

# APLIKASI KOMPUTER UNTUK MENSIMULASI INTERAKSI HIDROLIS KOMPONEN-KOMPONEN SISTEM DRAINASE TEMPAT PARKIR YANG MENCATU AIR TANAH

Jusuf J. S. Pah<sup>1</sup> (yuser\_pah@staf.undana.ac.id)

Julia Noman<sup>2</sup> (julianomanblink@gmail.com)

Wilhelmus Bunganaen<sup>3</sup> (wilembunganaen@yahoo.co.id)

## ABSTRAK

Indonesia memiliki sumber daya air yang melimpah, namun daerah seperti Nusa Tenggara Timur (NTT) mengalami masalah ketersediaan air akibat iklim kering dan penggunaan paving blok impermeabel yang menghambat penyerapan air hujan, menyebabkan genangan dan banjir. Penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi perhitungan di Microsoft Excel untuk mensimulasikan interaksi hidrolis komponen sistem drainase tempat parkir yang meresapkan air ke dalam tanah, sebagai solusi peningkatan infiltrasi air dan pengurangan genangan. Metode penelitian yang digunakan adalah perhitungan hidrolis di Microsoft Excel. Aplikasi ini dirancang untuk memudahkan masyarakat konstruksi dalam mendesain sistem drainase yang efisien dan berkelanjutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan paving block permeabel secara signifikan meningkatkan penyerapan air ke dalam tanah dan mengurangi genangan di area parkir publik. Aplikasi perhitungan yang dikembangkan terbukti efektif dalam mensimulasikan dan mengoptimalkan desain sistem drainase, sehingga dapat menjadi solusi praktis bagi masalah ketersediaan air dan pengelolaan genangan di NTT.

**Kata Kunci:** Microsoft Excel, Interaksi Hidrolis, Sistem Drainase, Tempat Parkir, Air Tanah

## ABSTRACT

*Indonesia has abundant water resources, but areas such as East Nusa Tenggara (NTT) experience problems with water availability due to the dry climate and the use of impermeable paving blocks which inhibit the absorption of rainwater, causing puddles and flooding. This research aims to develop a calculation application in Microsoft Excel to simulate the hydraulic interactions of parking lot drainage system components that absorb water into the ground, as a solution to increase water infiltration and reduce puddles. The research method used is hydraulic calculations in Microsoft Excel. This application is designed to make it easier for the construction community to design efficient and sustainable drainage systems. The research results show that the use of permeable paving blocks significantly increases water absorption into the soil and reduces flooding in public parking areas. The calculation application developed has proven effective in simulating and optimizing drainage system design, so that it can be a practical solution to the problem of water availability and puddle management in NTT.*

**Key Words:** Microsoft Excel, Hydraulic Interaction, Drainage System, Parking Lot, Groundwater

## PENDAHULUAN

Indonesia memiliki sumber daya air yang melimpah karena berada dalam kawasan tropika basah dengan curah hujan tahunan rata-rata sebesar 2600 mm (Okdeman,1997). Meskipun begitu, distribusi curah hujan ini tidak merata di seluruh wilayah Indonesia, dengan beberapa daerah

---

<sup>1</sup> Prodi Teknik Sipil, FST Undana;

<sup>2</sup> Prodi Teknik Sipil, FST Undana (Penulis Korespondensi);

<sup>3</sup> Prodi Teknik Sipil, FST Undana.

mengalami kekeringan. Dari curah hujan tahunan tersebut, sekitar 1.370 mm hilang melalui penguapan dan meresap menjadi air tanah dalam, sementara 1.250 mm sisanya menjadi aliran permukaan, yang setara dengan 2.380 km<sup>3</sup> (Nangameka, 2021). Nusa Tenggara Timur (NTT) adalah salah satu provinsi di Indonesia yang menghadapi tantangan besar terkait ketersediaan air. Sebagian besar wilayah NTT memiliki iklim kering dengan curah hujan tahunan rata-rata kurang dari 2.000 mm (Balitklimat, 2003). Di daerah ini, sekitar 1,05 juta hektar memiliki curah hujan kurang dari 1.000 mm dengan bulan kering mencapai 7-10 bulan. Sementara itu, area dengan curah hujan 1.000-2.000 mm yang mengalami 5-8 bulan kering tersebar di 2,3 juta hektar. Kondisi ini menekankan pentingnya pengelolaan air yang efektif di wilayah beriklim kering seperti NTT (Mulyani dan Suwanda, 2020). Ketersediaan air sangat penting bagi kehidupan manusia. Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-6728.1-2002 menyatakan bahwa kebutuhan air harian masyarakat berkisar antara 100-250 liter per orang. World Health Organization (WHO) juga mencatat kebutuhan minimal air harian per individu sebesar 10 liter, meliputi minum, kebersihan pribadi, memasak, dan sanitasi. Ini menunjukkan betapa krusialnya ketersediaan air dalam memenuhi kebutuhan dasar manusia sehari-hari. Di NTT, sebagian besar air hujan yang jatuh ke tanah mengalir ke laut sebagai aliran permukaan. Sisanya kembali ke udara melalui tanah, badan air, atau transpirasi tumbuhan. Sistem drainase konvensional yang digunakan di NTT mengarahkan air hujan untuk segera dibuang ke sungai dan laut tanpa penyerapan aliran permukaan untuk disimpan sebagai air tanah (Diyanti et al., 2023). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengendalian aliran permukaan dan peningkatan penyerapan air ke dalam tanah adalah kunci untuk konservasi air. Untuk mengatasi masalah ini, konsep drainase berkelanjutan yang ramah lingkungan sangat penting diterapkan di NTT. Konsep ini bertujuan untuk memperpanjang waktu air tertahan di permukaan tanah dan meningkatkan jumlah air yang masuk ke dalam tanah. Dengan demikian, peresapan air ke dalam tanah dapat meningkatkan cadangan air untuk musim kemarau dan mengurangi risiko banjir (Nangameka, 2021; Diyanti et al., 2023). Penggunaan paving block impermeable pada tempat parkir di NTT juga menambah masalah karena menghambat penyerapan air hujan ke dalam tanah. Hal ini menyebabkan genangan dan banjir pada area parkir publik dan badan jalan. Oleh karena itu, penggunaan paving block permeabel sebagai alternatif penutup lantai atau tanah di tempat parkir diusulkan untuk meningkatkan penyerapan air hujan dan mengurangi genangan (Nur, 2017). Paving block permeabel adalah jenis penutup lantai yang dapat meresapkan air melalui permukaannya ke dalam tanah. Material ini merupakan inovasi terbaru pada paving block dari permukaan tertutup (impermeable) menjadi berpori (permeable) agar dapat mengembalikan air hujan ke dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi komputer yang mensimulasikan interaksi hidrolis dari sistem drainase tempat parkir permeabel. Diharapkan aplikasi ini dapat membantu masyarakat konstruksi dalam mendesain sistem drainase tempat parkir yang efisien dan ramah lingkungan, mengatasi masalah genangan, dan meningkatkan ketersediaan air tanah di NTT.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Penelitian Terdahulu

Penelitian W. James dan V. Langsdorff (2003), penelitian ini menggunakan model komputerisasi untuk merancang paving blok beton permeabel, dengan hasil menunjukkan bahwa paving beton permeabel dapat mengurangi aliran permukaan, meningkatkan kualitas air, dan mengisi kembali air tanah. Kekurangan penelitian ini adalah kurangnya data tentang kinerja jangka panjang paving beton permeabel. Penelitian D. Swan dan D. Smith (2009), studi ini mengembangkan metodologi desain untuk paving blok beton permeabel interlocking (PICP) menggunakan perangkat lunak Permeable Design Pro, yang menunjukkan kemampuan untuk mengelola volume air hujan. Namun, perangkat lunak tersebut belum mempertimbangkan semua variabel yang relevan, sehingga memerlukan penelitian lebih lanjut untuk validasi. Penelitian B. Shackel

dan D. Pezzaniti (2009), penelitian ini mengembangkan perangkat lunak PERMPAVE untuk desain PICP, menunjukkan efektivitas teknologi ini dalam manajemen air hujan dan pengendalian banjir. Kekurangannya adalah adanya asumsi sederhana dalam teknik analisis yang digunakan, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengatasi asumsi-asumsi ini. Penelitian D. Smith dan W. Hunt (2010), membahas desain, pemeliharaan, dan biaya PICP, menunjukkan potensi signifikan dalam manajemen air hujan. Namun, penelitian ini kekurangan data empiris untuk mendukung klaim-klaimnya dan kurangnya perbandingan dengan metode manajemen air hujan lainnya, sehingga memerlukan penelitian lebih lanjut. Penelitian D. Smith dan D. Hein (2013), mengembangkan standar ASCE untuk PICP, mencakup desain struktural dan hidrologi serta pedoman konstruksi dan pemeliharaan. Kekurangannya adalah perlunya penelitian lebih lanjut untuk menguji efektivitas standar ini dalam berbagai kondisi geografis dan lingkungan. Penelitian P. David dan K. Hein (2013), menyelidiki desain dan konstruksi paving permeabel di Amerika Utara, menunjukkan bahwa lapisan paving permeabel efektif dalam manajemen air hujan. Kekurangannya adalah perlunya studi lebih lanjut untuk mengidentifikasi dan mengatasi masalah selama desain, konstruksi, dan pemeliharaan. Penelitian D. Hein dan L. Schaus (2013), mendiskusikan praktik terbaik dalam desain dan konstruksi paving permeabel, menunjukkan bahwa lapisan permeabel efektif dalam mengelola air hujan. Kekurangannya adalah kurangnya penekanan pada keberlanjutan jangka panjang dan analisis biaya pemeliharaan. Penelitian D. Hein et al. (2016), membahas desain struktural dan hidrologi dari lapisan permeabel, menunjukkan informasi tentang karakteristik drainase dan analisis struktural. Kekurangannya adalah penggunaan variasi material dan ukuran paving yang terbatas, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk variasi ini. Penelitian O. Sanicola et al. (2018), menunjukkan bahwa paving permeabel efektif dalam mengelola limpasan air hujan di perkotaan, tetapi menyoroti isu-isu seperti penyumbatan dan kinerja jangka panjang. Penelitian ini juga menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut dalam desain lapisan paving permeabel. Penelitian R. Pachaly et al. (2023), menggunakan pemodelan hidrologi kontinu untuk area parkir dengan PICP, menunjukkan pengurangan volume limpasan. Namun, proses infiltrasi yang lambat menjadi kendala dalam manajemen air hujan, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengatasi hal ini.

## Presipitasi

Presipitasi adalah jatuhnya air dari atmosfer ke permukaan bumi dan dapat terjadi dalam bentuk hujan, salju, kabut, embun, hujan es dan lain-lain. Hujan dihasilkan oleh uap air di atmosfer, sehingga bentuk dan jumlahnya dipengaruhi oleh faktor iklim seperti angin, suhu dan tekanan. Uap air naik ke atmosfer lalu mendingin dan mengembun (kondensasi) menjadi tetesan air atau kristal es yang akhirnya jatuh sebagai hujan (Triatmodjo, 2010 dalam Berdikari, 2022).

## Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi adalah salah satu analisis data hidrologi dengan menggunakan statistika untuk memprediksi besaran hujan atau debit dengan masa ulang tertentu. Frekuensi hujan merupakan kemungkinan besarnya curah hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala ulang diartikan sebagai waktu yang dibutuhkan hujan atau debit akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tersebut (Girsang, 2009 dalam Fernandus 2013). Kesalahan pada hasil yang diperoleh dalam analisis frekuensi tergantung pada kualitas dan panjang data. Semakin pendek data yang tersedia, maka akan semakin besar penyimpangan yang terjadi. Terdapat 4 jenis distribusi yang sering digunakan dalam data hidrologi, yaitu (Soemarto, 1987 dalam Fernandus 2013):

### Distribusi normal

$$X_T = \bar{X} + K_T \times S \quad (1)$$

dengan

$X_T$  adalah perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T (tahun)

$\bar{X}$  adalah nilai rata-rata hitung variat

$K_T$  adalah faktor frekuensi

S adalah deviasi standar nilai variat

**Distribusi gumbel**

$$X = \bar{X} + s \frac{(Y - Y_n)}{S_n} \tag{2}$$

dengan

X adalah nilai variat yang diharapkan terjadi

$\bar{X}$  adalah nilai rata-rata hitung variat

Y adalah variasi variabel yang diharapkan pada periode tertentu S adalah standar deviasi

$Y_n$  adalah nilai rerata dari reduksi variat

$S_n$  adalah standar deviasi dari reduksi variat

**Distribusi log normal**

$$X \log(X_t) = \overline{\log(X)} + k \times S \log(X) \tag{3}$$

dengan

$\log(X_t)$  adalah nilai variat X yang diharapkan terjadi pada periode T tahun

$\overline{\log(X)}$  adalah rerata nilai log (X)

S log(X) adalah standar deviasi logaritmik nilai log (X)

k adalah nilai faktor distribusi log normal

**Distribusi log pearson tipe III**

$$\log(X_t) = \overline{\log(X)} + k (S \log(X)) \tag{4}$$

dengan

$\log(X_t)$  adalah nilai logaritma hujan rencana periode ulang T tahun

$\overline{\log(X)}$  adalah rerata nilai log (X)

S log(X) adalah standar deviasi logaritmik nilai log (X)

Cs adalah nilai koefisien kemencengan skewness, dihitung dengan rumus

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (\log(X) \overline{\log(X)})^3}{(n-1)(n-2)(S \log(X))^3} \tag{5}$$

k adalah nilai faktor distribusi log pearson tipe III

**Intensitas Hujan Rencana**

Intensitas hujan atau intensitas hujan rencana dapat dikatakan sebagai ketinggian atau kederasan hujan per satuan waktu, biasanya dalam satuan (mm/jam) atau (cm/jam). Jika volume hujan tetap, maka intensitas hujan akan makin tinggi seiring dengan durasi hujan yang makin singkat, sebaliknya intensitas hujan makin rendah seiring dengan durasi hujan yang makin lama. Selain itu, berkaitan dengan intensitas hujan rencana, tinggi intensitas hujan rencana akan makin besar seiring dengan periode ulang yang makin besar (Kamiana, 2011).

Besarnya intensitas hujan dapat dihitung menggunakan rumus mononobe, sebagai berikut :

$$I = \frac{X_{24}}{24} x \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \tag{6}$$

dengan

I adalah nilai intensitas hujan rencana (mm)

$X_{24}$  adalah tinggi hujan harian maksimum atau hujan rencana (mm)

T adalah durasi hujan atau waktu konsentrasi (jam)

### Metode Rasional

Metode rasional dapat digunakan untuk memperkirakan debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan deras pada daerah tangkapan (DAS) kecil. Suatu DAS disebut kecil apabila distribusi hujan dapat dianggap seragam dalam ruang dan waktu, dan biasanya durasi hujan melebihi waktu konsentrasi. Beberapa ahli memandang bahwa luas DAS kurang dari 2,5 km<sup>2</sup> dapat dianggap sebagai DAS kecil (Ponce, 1989 dalam Triatmodjo, 2008).

Rumus umum dari metode rasional sebagai berikut.

$$QT = 0,278 \times C \times IT \times A \quad (7)$$

dengan

QT adalah nilai debit puncak limpasan permukaan dengan periode ulang T tahun (m<sup>3</sup>/det)

C adalah nilai koefisien pengaliran

A adalah luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup>)

IT adalah intensitas curah hujan dengan periode T tahun (mm/jam)

Besarnya nilai  $t_c$  dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$t_c = t_0 + t_d \quad (8)$$

$$t_0 = \frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \quad (9)$$

$$t_d = \frac{L_s}{60 \times V} \quad (10)$$

dengan

n adalah nilai angka kekasaran permukaan lahan S adalah kemiringan lahan

L adalah panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m)

$L_s$  adalah panjang lintasan aliran di dalam saluran/sungai (m)

V adalah kecepatan aliran di dalam saluran (m/det)

### Paving Blok Permeabel

Paving blok permeabel adalah jenis paving blok yang dirancang untuk memungkinkan air hujan meresap ke dalam tanah melalui celah-celahnya, sehingga mengurangi limpasan air permukaan dan membantu pengisian air tanah. Paving blok ini sering digunakan sebagai solusi ramah lingkungan dalam manajemen air hujan dan pencegahan banjir di area perkotaan.

Paving blok permeabel memiliki pori-pori atau celah antar-unit yang cukup besar untuk memungkinkan air mengalir melewatinya, tetapi tetap kuat dan tahan lama untuk digunakan sebagai permukaan jalan atau trotoar (Djoko & Satyarno, 2012).

### Sistem Drainase

Menurut Suripin (2004:7), Drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Sedangkan menurut Suhardjono (2013), drainase adalah suatu tindakan untuk mengurangi air yang berlebih, baik itu air permukaan maupun air bawah permukaan. Air berlebih yang umumnya berupa genangan disebut dengan banjir.

Fungsi drainase diantaranya untuk mengeringkan bagian wilayah kota yang permukaannya rendah dari genangan sehingga tidak menimbulkan dampak negatif berupa kerusakan infrastruktur kota dan harta benda milik masyarakat, mengalirkan kelebihan air permukaan badan air terdekat secepatnya agar tidak membanjiri/menggenangi kota yang dapat merusak selain harta benda masyarakat juga infrastruktur perkotaan dan meresapkan air permukaan untuk menjaga kelestarian air tanah.

### Program Komputer

Menurut (Ismah, 2017) Bahasa pemrograman adalah bahasa yang digunakan untuk menyusun struktur (langkah-langkah) sebagai instruksi dalam menyelesaikan masalah menggunakan komputer. Melalui bahasa pemrograman seorang programmer dapat menentukan data yang akan diolah dan informasi yang akan dicetak. Alur bahasa pemrograman dapat digambarkan secara umum seperti berikut ini .



Menurut Azhar (2019) dalam (Pitaloka, 2021), *Microsoft Excel* adalah Program aplikasi pada *Microsoft Office* yang digunakan dalam pengolahan angka (Aritmatika). Menurut Heri Setyo Basuki (2020) dalam (Musdalifah et al. 2022) *Microsoft Excel* merupakan suatu bentuk aplikasi yang menjadi bagian dari *microsoft office*.

Menurut Auliya Rahman, Fitrah dkk (2015:9) dalam (Musdalifah et al. 2022) *Microsoft Excel* dirancang untuk membantu penyelesaian permasalahan administratif mulai dari yang paling sederhana sampai pada bagian yang lebih kompleks. Pada aplikasi *Microsoft Excel* terdapat fitur kalkulasi dan juga fitur pembuatan grafik dengan menggunakan bentuk strategi marketing microsoft yang agresif.

*Microsoft Excel* salah satu perangkat lunak yang mengolah data secara otomatis meliputi perhitungan dasar, penggunaan fungsi-fungsi, pembuatan grafik dan manajemen data. Oleh karena itu penulis bertujuan untuk menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* untuk mensimulasi interaksi hidrolis komponen-komponen sistem drainase tempat parkir yang meresapkan air ke dalam tanah.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Nusa Tenggara Timur dan waktu penelitian dilaksanakan dari Maret hingga April 2024.

### Objek Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah sistem drainase pada tempat parkir publik yang dirancang untuk meresapkan air kembali ke dalam tanah. Fokus utama adalah mengevaluasi efektivitas sistem ini dalam mengurangi genangan air dan meningkatkan pengisian air tanah, yang merupakan solusi penting dalam manajemen air perkotaan.

### Alat Penelitian

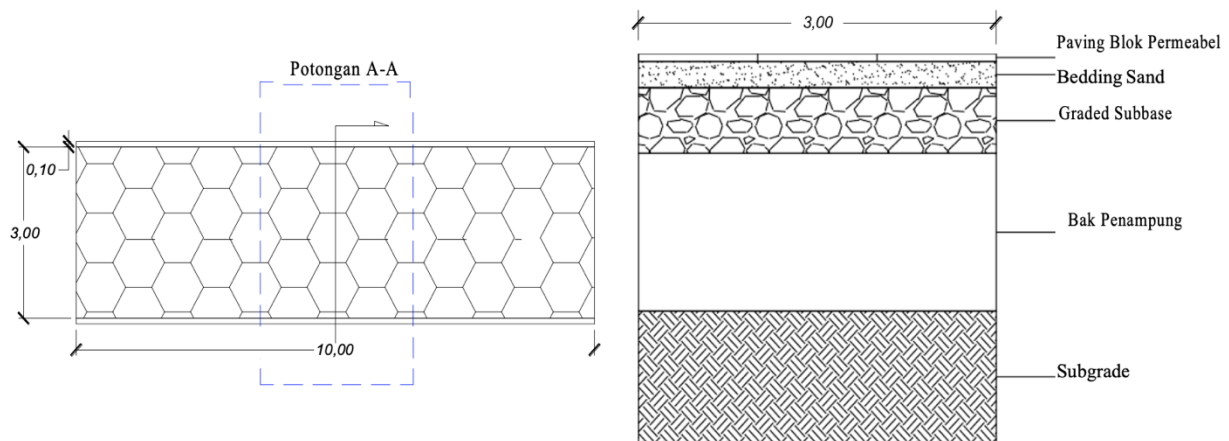
Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi komputer atau laptop dengan perangkat lunak *Microsoft Excel* yang dilengkapi dengan fitur macro.

## Analisis Data

Proses analisis data dalam penelitian ini melibatkan beberapa tahapan penting. Pertama, dilakukan studi literatur untuk mengumpulkan informasi yang relevan. Selanjutnya, sistem drainase akan ditampilkan dalam bentuk grafis untuk mempermudah visualisasi. Setiap elemen dari sistem drainase akan diidentifikasi dan dikategorikan berdasarkan data yang dikumpulkan. Peneliti kemudian menentukan input, metode, dan output dari setiap elemen, sebelum menghubungkan semua elemen tersebut menjadi sebuah sistem yang terintegrasi. Pemodelan sistem dilakukan menggunakan Microsoft Excel dengan fitur micro, dan tahap akhir adalah validasi model untuk memastikan keakuratannya dalam merepresentasikan sistem drainase yang sebenarnya. Validasi ini penting untuk menghindari kesalahan interpretasi yang dapat mempengaruhi hasil penelitian.

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Gambar teknis objek penelitian yang diteliti sebagai berikut



Gambar 1. Lapisan Parkiran Dengan Paving Block Permeabel

### Elemen-Elemen pada Objek Penelitian

Elemen-elemen pada objek penelitian sebagai berikut:

**Presipitasi:** Presipitasi menentukan besarnya debit rencana yang akan digunakan dalam mendesain tempat parkir publik yang meresapkan air ke dalam tanah. **Waktu:** durasi lamanya presipitasi terjadi, durasi air terinfiltrasi ke dalam lapisan tempat parkir dan durasi air berada di *aqua cell* sampai terinfiltrasi ke dalam tanah. **Paving blok permeabel:** Paving blok permeabel berfungsi untuk meresapkan air ke dalam tanah maka desain paving blok permeabel harus memperhatikan durasi dan intensitas hujan agar mampu mengalirkan air hujan dengan cepat untuk mencegah genangan air atau banjir. **Bedding sand:** lapisan pasir yang ditempatkan di bawah paving blok untuk memberikan permukaan yang rata dan stabil serta mendukung distribusi beban kendaraan dan tekanan tanah secara merata. **Graded base:** lapisan bawah terdiri dari campuran agregat batu pecah yang ditempatkan di bawah bedding sand. **Bak penampung:** wadah yang dirancang untuk menampung dan menyimpan air hujan sementara sebelum air tersebut diserap kembali ke dalam tanah. **Subgraded (tanah dasar):** fondasi yang mendukung semua struktur di atasnya, termasuk membagi beban lalu lintas ke dalam tanah di bawahnya.

### Pembuatan Konsep Desain Aplikasi

Aplikasi dibuat dalam dua file yakni: file input dan file mesin perhitungan.

1. File input berisi data umum, data kejadian hujan dan data laporan (Repport)
  - a. Bagian data umum terdiri atas beberapa buttom yakni: buttom data lahan, data presipitasi, data paving blok permeabel, data bedding sand, data graded subbase, data bak penampung dan data subgrade.
  - b. Bagian data kejadian hujan terdiri dari satu buttom yaitu kejadian hujan.
  - c. Bagian data laporan (repport) terdiri dari enam buttom yakni, buttom laporan presipitasi, laporan paving blok permeabel, laporan bedding sand, laporan graded subbase, laporan bak penampung dan laporan dinamika.



*i. Lembar Kerja Home*



*ii. Lembar Kerja Data Lahan*



*iii. Lembar Kerja Data Presipitasi*



*iv. Lembar Kerja Data Kejadian Hujan*



*v. Lembar Kerja Laporan Presipitasi*



*iv. Lembar Kerja Laporan Bak Penampung dan Dinamika*

*Gambar 2. Lembar Kerja Dalam File Input*

2. File mesin perhitungan hidrolis komponen-komponen sistem drainase tempat parkir  
File kedua ini memuat semua lembar kerja perhitungan dari masing-masing elemen objek penelitian. Berikut adalah tampilan dari lembar kerja tersebut.



*i. Lembar Kerja Data Umum*



*ii. Lembar Kerja Data Presipitasi*



*iii. Lembar Kerja Data Paving Blok Permeabel*



*iv. Lembar Kerja Data Bedding Sand*



*v. Lembar Kerja Data Graded Subbase*



*vi. Lembar Kerja Data Bak Penampung*



*vii. Lembar Kerja Data Subgrade*

*Gambar 3. Lembar Kerja Dalam File Mesin Perhitungan*

**Tahapan Perhitungan**

**Perhitungan blok data lahan**

Data lahan atau data lahan parkir adalah data dimensi area lahan yang akan dijadikan sebagai tempat parkir diantaranya, dimensi panjang parkir (P) dan lebar parkir (L) dan dihitung dengan rumus  $P \times L$  dan satuan  $m^2$ . Misalnya data lahan yang akan dibangun tempat parkir

adalah panjang 50 m, lebar 20 m, dan kemiringan tanah 3%. Maka perhitungannya sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Luas Parkiran} &= P \times L \\
 &= 50 \text{ m} \times 20 \text{ m} \\
 &= 100 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

### **Perhitungan blok Presipitasi**

Perhitungan pada blok presipitasi dimulai dengan mengambil data hujan. Data hujan tersebut mencakup jumlah curah hujan yang tercatat di stasiun-stasiun pengamatan yang kemudian diolah secara statistik untuk mendapatkan curah hujan rencana. Setelah itu, curah hujan rencana diinput ke dalam data umum blok presipitasi dan aplikasi akan menghitung intensitas hujan yang terjadi dengan rumus mononobe.

### **Perhitungan blok Paving Blok Permeabel**

Perhitungan paving block permeable dimulai dengan menginput data umum dari paving, termasuk dimensi dan laju permeabilitasnya. Perhitungan otomatis akan menentukan luas dan jumlah paving yang diperlukan. Selanjutnya, perhitungan total debit rencana yang akan diresap ke dalam paving block permeable dilakukan, dengan memperhitungkan koefisien permeabilitas yang tinggi. Langkah terakhir adalah menghitung debit yang tersisa di dalam pori-pori paving sebelum bergerak ke lapisan bawah.

### **Perhitungan blok Bedding Sand**

Pengguna diminta untuk menginput koefisien permeabilitas dari jenis bedding sand dengan memilih dari daftar yang diberikan, termasuk pasir sangat halus, pasir halus, dan pasir kasar. Perhitungan berlanjut ke file mesin perhitungan, di mana total debit yang terinfiltrasi ke dalam bedding sand dihitung nilai permeabilitasnya. Selanjutnya, jumlah debit yang tertahan dalam bedding sand serta debit yang terinfiltrasi ke dalam lapisan graded subbase akan dihitung. Proses ini memastikan bahwa setiap lapisan memiliki peran optimal dalam manajemen infiltrasi air.

### **Perhitungan blok Graded Subbase**

Pengguna akan diminta untuk menginput koefisien permeabilitas dari jenis graded subbase dengan memilih dari daftar yang diberikan, termasuk kerikil bergradasi baik, kerikil bergradasi buruk, dan kerikil berlumpur. Perhitungan berlanjut ke file mesin perhitungan, di mana total debit yang terinfiltrasi ke dalam graded subbase dihitung nilai permeabilitasnya. Selanjutnya, jumlah debit yang tertahan dalam bedding sand serta debit yang terinfiltrasi ke dalam lapisan bak penampung akan dihitung. Proses ini memastikan efisiensi dalam manajemen infiltrasi air pada setiap lapisan.

### **Perhitungan blok Bak Penampung**

Pengguna diarahkan ke sheet bak penampung untuk menginput dimensi bak dan Aqua cell. Volume bak penampung dan jumlah Aqua cell untuk area parkir dihitung otomatis. Di file mesin perhitungan, data debit dari lapisan graded subbase yang terinfiltrasi ke bak penampung dihitung, termasuk permeabilitas, debit tertahan, dan debit yang terinfiltrasi ke tanah dasar. Proses ini memastikan akurasi manajemen infiltrasi air.

### **Perhitungan blok Subgrade**

Pengguna diarahkan ke sheet subgrade untuk menginput kapasitas infiltrasi lahan yang disesuaikan dengan jenis tanah, seperti tanah lempung atau tanah lempung berpasir, sementara

luas area parkir dan intensitas hujan maksimum terisi otomatis. Di file mesin perhitungan, perhitungan debit aliran terinfiltrasi dan debit aliran pada area parkir dihitung otomatis. Proses ini memastikan akurasi perhitungan untuk manajemen air pada area parkir.



*i. Lembar Kerja Laporan Presipitasi*



*ii. Lembar Kerja Laporan Paving Blok Permeabel*



*iii. Lembar Kerja Laporan Bedding Sand*



*iv. Lembar Kerja Laporan Graded Subbase*



*v. Lembar Kerja Laporan Bak Penampung dan Dinamika*

*Gambar 4. Lembar Kerja Laporan Hasil Perhitungan Blok-Blok Lapisan Tempat Parkir*

### Laporan atau Output Perhitungan

Laporan atau output perhitungan adalah hasil akhir yang didapatkan setelah melakukan semua perhitungan. Laporan ini mencakup waktu, perhitungan debit tertahan (runoff) dan debit yang terinfiltrasi ke dalam lapisan blok selanjutnya, serta grafik yang menunjukkan masing-masing hasil perhitungan dari blok-blok lapisan di atas. Berikut diberikan tampilan dari laporan output perhitungan.

### KESIMPULAN

1. Perancangan “Aplikasi Komputer untuk Mensimulasi Interaksi Hidrolis Komponen-Komponen Sistem Drainase Tempat Parkir yang Meresapkan Air ke Dalam Tanah” menggunakan Microsoft Excel dengan macro. Proses perancangan dan simulasi telah dijelaskan dan ditampilkan dalam bentuk screenshot pada Bab IV. Berdasarkan hasil uji coba simulasi menggunakan aplikasi komputer telah terbukti efektif dalam memodelkan

interaksi hidrolis antara komponen-komponen sistem drainase. Hasil simulasi menunjukkan kemampuan aplikasi untuk memprediksi volume air yang dapat diserap oleh tanah dengan tingkat akurasi yang dapat diterima.

## Daftar Pustaka

- Dana, I Putu Eka Nusa. 2019. Analisis Kurva Intensity Duration Frequency (IDF) Dan Depth Area Duration (DAD) Pada DAS Babak. Doctoral Dissertation, Universitas Mataram: 4–25. <http://eprints.unram.ac.id/15073/>.
- Diyanti, Diyanti et al. 2023. “Pengelolaan Pengelolaan Dan Preservasi Drainase Jalan Berkelanjutan Berbasis Komunitas.” *Jurnal JANATA* 2(2): 44–53.
- Mamonto, R. P., Taroreh, C. R., & Malik, A. A. 2015. “Analisis Sistem Jaringan Drainase Di Kecamatan Kotamobagu Barat, Kota Kotamobagu.” *Spasial* 2(1): 28–39.
- Mulyani, Anny, and Mamat Haris Suwanda. 2020. “Pengelolaan Lahan Kering Beriklim Kering Untuk Pengembangan Jagung Di Nusa Tenggara.” *Jurnal Sumberdaya Lahan* 13(1): 41.
- Nangameka, Yohanes. 2021. “Kajian Desain Dasar Saluran Irigasi Bendungan ‘Tiwungaja’ Untuk Perluasan Areal Sawah Baru Di Desa Sobo I, Kecamatan Golewa Barat, Kabupaten Ngada, Nusa Tenggara Timur.” *CERMIN: Jurnal Penelitian* 5(1): 169.
- Nur, Fauziah. 2017. “REKATS : Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Kuat Tekan Dan Permeabilitas Paving Block Geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang Dan Lumpur.” *Rekayasa Teknik Sipil* Vol. 1(1): 144–55.
- Riyanti, T. M. 2016. “Tren Flat Design Dalam Desain Komunikasi Visual. Jakarta: Universitas Trisakti.” *Jurnal Dimensi DKV* 1(1): 5–27.
- Sailani, Venny Maifransiska. 2018. “Identifikasi Lapisan Akifer Sumur No.1 Menggunakan Metode Geolistrik 2 Dimensi Dan Log Pemboran Kawasan Padang Sebang Gadek Melaka Malaysia.” (1).
- SNI 19-6728.1-2002. 2002. “SNI 19-6782.1-2002 Penyusunan Neraca Sumber Daya Bagian 1 : Sumber Daya Air Spasial.” *SNI 19-6728.1-2002 ISSN No. 2(1)*: 25–31.