

Evaluasi Sistem Drainase Ruas Jalan Kyai Raden Syahid Ngluwar Magelang Menggunakan SWMM 5.2

Anna Rizti Pertiwi* dan Mawiti Infantri Yekti

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta 55281, Indonesia

Kata Kunci:

Evaluasi
Kaidah Hidraulika
Sistem Drainase
Saluran Drainase Ruas Jalan
Software SWMM 5.2

Keywords:

Evaluation
Hydraulics Principle
Drainage System
Road Drainage
SWMM 5.2 Software

ABSTRAK

Sistem drainase adalah saluran untuk menampung aliran air yang meningkat akibat intensitas hujan tinggi. Kapasitas saluran drainase pada ruas Jalan Kyai Raden Syahid Ngluwar Magelang kurang berfungsi secara maksimal dalam menampung debit hujan. Hal ini menyebabkan terjadinya genangan di jalan raya. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur daya tampung saluran drainase yang ada terhadap debit hujan serta memberikan solusi dari permasalahan genangan air di jalan raya menggunakan *software* SWMM 5.2. Pada penelitian ini menggunakan data hujan harian selama 11 tahun yang berasal dari CHIRPS. Uji konsistensi data dilakukan dengan metode RAPS. Debit yang digunakan dalam perencanaan adalah debit dengan periode ulang 10 tahun. Data hidrolika diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan. Simulasi pemodelan dilakukan dengan bantuan *software* SWMM 5.2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa saluran eksisting pada ruas Jalan Kyai Raden Syahid Ngluwar Magelang kurang memadai dalam menampung debit hujan sehingga masih terjadi luapan air. Dari hasil analisis menggunakan *software* SWMM 5.2 menunjukkan adanya luapan air pada 5 titik dan 9 conduit. Solusi alternatif untuk mengatasi permasalahan ini dapat dilakukan dengan menyesuaikan kaidah hidrolika saluran agar sesuai dengan kondisi topografi setempat yaitu meningkatkan kapasitas saluran drainase dengan memperbesar dimensinya serta menyelaraskan kemiringan saluran agar aliran lebih stabil.

ABSTRACT

Drainage system is a channel to accommodate the increased water flow due to high rain intensity. The capacity of the drainage channel on Jalan Kyai Raden Syahid Ngluwar Magelang is not functioning optimally in accommodating rain discharge. This causes inundation on the highway. This research aims to measure the capacity of existing drainage channels to rain discharge and provide solutions to the problem of inundation on the highway using SWMM 5.2 software. In this study using daily rain data for 11 years derived from CHIRPS. The data consistency test was carried out using the RAPS method. The discharge used in planning is a discharge with a return period of 10 years. Hydraulics data is obtained from direct measurements in the field. Modeling simulations were carried out with the help of SWMM 5.2 software. The results showed that the existing channel on Kyai Raden Syahid Ngluwar Magelang road is less adequate in accommodating rain discharge so that there is still overflow. From the analysis using SWMM 5.2 software, it shows that there is overflow at 5 points and 9 conduits. Alternative solutions to overcome this problem can be done by adjusting the hydraulics principle of the channel to suit local topographic conditions, namely increasing the capacity of the drainage channel by increasing its dimensions and aligning the channel slope to make the flow more stable.



This is an open access article under the [CC-BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.

1. Pendahuluan

Sistem drainase adalah saluran yang dibuat dalam menyelesaikan permasalahan genangan air yang terkumpul di permukaan tanah [8]. Saat musim penghujan, saluran drainase sangat dibutuhkan dalam mengelola kapasitas debit aliran air. Curah hujan yang tinggi dapat mengakibatkan peningkatan volume aliran. Hal ini dapat mengakibatkan terjadinya genangan bahkan banjir apabila kapasitas drainase kurang memadai untuk menampung debit aliran. Kecamatan Ngluwar merupakan salah satu

bagian dari Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. Kecamatan ini terletak pada ketinggian kurang lebih 202 mdpl. Ruas jalan Kyai Raden Syahid di Ngluwar, Magelang merupakan salah satu infrastruktur penting yang mendukung mobilitas masyarakat dan aktivitas ekonomi di wilayah tersebut. Sebagai jalan penghubung utama, kondisi sistem drainase di sepanjang ruas ini sangat penting untuk memastikan kelancaran aliran air, terutama selama musim hujan.

*Corresponding author.

E-mail: annarizti.2021@student.uny.ac.id

Available online 31 Maret 2025

Intensitas curah hujan yang tinggi berpotensi menyebabkan sistem saluran drainase kewalahan untuk menampung volume limpasan air hujan sehingga pada ruas jalan Kyai Raden Syahid Ngluwar Magelang sehingga sering terjadi genangan air. Genangan yang terjadi di badan jalan bisa berdampak pada perkerasan jalan akibat tidak berfungsinya drainase ruas jalan dengan baik [9]. Genangan air pada jalan ini dapat menimbulkan kerusakan pada aspal. Kerusakan yang timbul pada lapisan aspal dapat berupa retak-retak dan jalan berlubang pada permukaan jalan. Genangan di jalan raya ini juga dapat mengakibatkan kemacetan yang dapat mengakibatkan pengguna jalan dan masyarakat sekitar terganggu [7].

Dengan terus berkembangnya wilayah ini, lahan terbuka yang dapat menyerap air semakin sedikit. Lahan yang dulunya masi rerumputan kini sudah banyak yang dibangun dan tertutup oleh beton maupun aspal, hal ini menyebabkan penyerapan pada tanah akan berkurang. Pengurangan area hijau akibat perubahan tata guna lahan mempengaruhi karakteristik hidrologi [6]. Air yang tidak dapat terserap akan menyebabkan masalah genangan.



Gambar 1. Luapan Air Saluran



Gambar 2. Kondisi Jalan yang Rusak

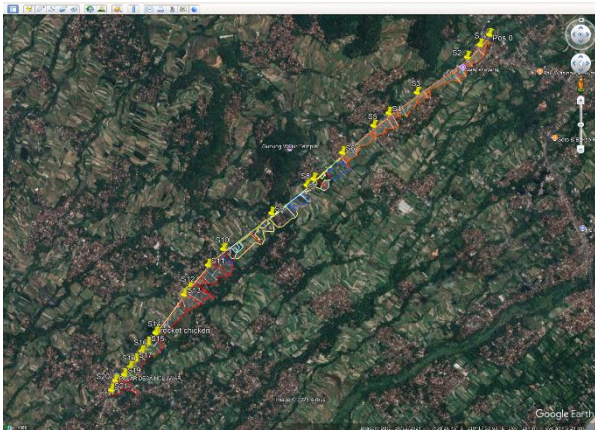
Sistem drainase yang buruk dapat menyebabkan berbagai masalah seperti banjir, kerusakan jalan, dan gangguan pada aktivitas masyarakat. Oleh karena itu, penting untuk melakukan evaluasi yang komprehensif terhadap kapasitas dan kinerja sistem drainase di ruas jalan ini. Hal ini dapat dilakukan dengan bantuan *software* EPA SWMM 5.2 merupakan sebuah *software* untuk memprediksi debit banjir melalui kapasitas saluran drainase serta dapat mengkombinasikan dengan konsep sistem drainase berkelanjutan [4]. Evaluasi ini sangat dibutuhkan untuk menjaga agar ruas jalan tidak terjadi genangan meskipun curah hujan yang tinggi sehingga tidak menghambat pengguna jalan serta mencegah terjadinya kerusakan pada lapisan aspal di jalan tersebut. Hasil evaluasi juga dapat dijadikan sebagai solusi untuk perencanaan sistem saluran drainase yang akan datang.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui daya tampung dari kapasitas saluran drainase eksisting dalam menampung debit banjir rencana pada ruas Jalan Kyai Raden Syahid Ngluwar Magelang menggunakan *software* EPA SWMM 5.2 dan juga memberikan solusi alternatif untuk penanganan masalah genangan air di jalan raya pada ruas Jalan Kyai Raden Syahid Ngluwar Magelang menggunakan *software* EPA SWMM 5.2 dengan menyesuaikan kaidah hidrolika saluran agar sesuai dengan kondisi topografi setempat.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif, menggunakan metode simulasi. Penelitian ini untuk mengevaluasi kapasitas dan efektivitas sistem

drainase eksisting di ruas Jalan Kyai Raden Syahid menggunakan software EPA SWMM 5.2. Software EPA SWMM 5.2 untuk membantu simulasi sistem drainase berdasarkan kondisi lapangan dan data hidrologi setempat. Simulasi ini memungkinkan untuk memodelkan aliran permukaan, kapasitas saluran, dan identifikasi titik kritis yang berpotensi mengalami genangan. Solusi alternatif dari penelitian ini yaitu dengan memperbesar kapasitas saluran drainase dan juga dengan mengubah kemiringan slope agar aliran menjadi lebih stabil.



Gambar 3. Lokasi Penelitian

Saluran drainase pada penelitian ini yaitu saluran pada ruas jalan Kyai Raden Syahid Ngluwar Magelang. Penelitian dilakukan pada Bulan November 2024 sampai Bulan Januari 2025. Data yang diperlukan pada penelitian ini yaitu data curah hujan historis diperoleh dari CHIRPS, data topografi yang diperoleh dari google earth, dan data hidraulika yang diperoleh dari survey langsung ke lapangan.

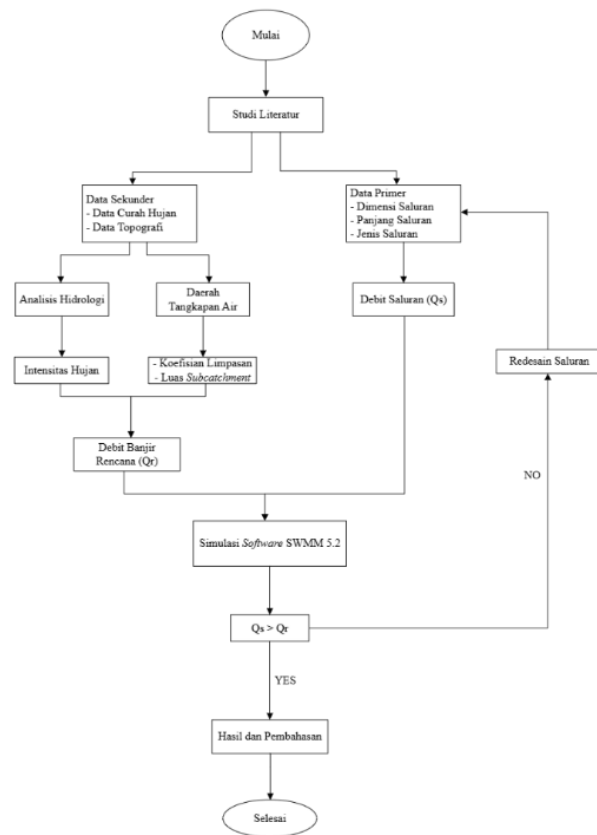
Sistem Drainase

Drainase diartikan sebagai suatu upaya rekayasa untuk mengurangi kelebihan air yang dihasilkan oleh curah hujan, infiltrasi, atau limpasan air irigasi pada suatu wilayah dan untuk menjaga keberfungsian wilayah tersebut tidak terhalang oleh genangan air [2]. Tujuan dari dibangunnya saluran drainase ini untuk menyalurkan limpasan air permukaan sehingga air tidak menggenangi pada jalan raya.

Sistem Drainase Berkelanjutan

Sistem drainase berkelanjutan adalah sebuah solusi untuk mengelola limpasan air permukaan dengan cara mengendalikan kelebihan air, menjaga kualitas air, serta menambah volume air tanah melalui peresapan, guna mendukung keseimbangan siklus hidrologi [11]. Kinerja jaringan air di Indonesia diatur oleh

undang-undang, yang mengharuskan perencanaan jaringan yang mematuhi kriteria dan standar yang berlaku [1].



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

Analisis Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan upaya proses perputaran air yang berlangsung secara berkelanjutan, keberadaan air bergerak mengalir dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi [2].

Metode CHIRPS

Metode *Climate Hazard Group Infrared Precipitation With Station* (CHIRPS) adalah basis data curah hujan darat yang dikembangkan di University of California, Santa Barbara dimana data ini menggabungkan tiga sumber utama: analisis klimatologi global, estimasi curah hujan berdasarkan observasi satelit, dan pengukuran langsung dari stasiun pengamatan di lapangan langsung (in-situ) dari lembaga seperti BMKG Indonesia [5].

Uji Konsistensi RAPS

RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums) merupakan teknik analisis statistik yang diterapkan untuk evaluasi konsistensi pada rangkaian data temporal, khususnya data curah hujan [10]. Metode ini bisa untuk pengujian *Individual station*.

Analisis Frekuensi Curah Hujan

Analisis frekuensi curah hujan merupakan pendekatan statistik yang diterapkan untuk mengestimasi tingkat kemunculan intensitas hujan tertentu dalam serangkaian data pengukuran.

Uji Kecocokan

Pengujian diperlukan untuk verifikasi kesesuaian antara distribusi data sampel dengan distribusi peluang teoretis yang merepresentasikan distribusi analisis frekuensi.

(a) Uji Chi Kuadrat

Metode uji ini menggunakan parameter X^2 , yang dikalkulasi dengan formula berikut.

$$\chi^2_h = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (1)$$

Dimana X adalah nilai Chi-Kuadrat hasil perhitungan, G adalah jumlah kelompok data, O_i adalah jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i , E_i adalah frekuensi teoretis pada kelompok ke- i .

(b) Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji Smirnov-Kolmogorov merupakan salah satu metode uji kecocokan yang tergolong sebagai uji non-parametrik. Disebut demikian karena dalam pengujiannya tidak didasarkan pada fungsi distribusi tertentu.

Kala Ulang

Kala ulang debit atau curah hujan menunjukkan waktu tertentu yang mungkin tercapai kembali dalam jangka waktu tertentu.

Intensitas Hujan

Intensitas hujan merupakan ketinggian air hujan dalam waktu tertentu. Intensitas curah hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2)$$

Dimana I adalah intensitas hujan (mm/jam), t adalah lamanya hujan (jam), R_{24} adalah curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm).

Metode alternating block method (ABM) merupakan metode yang paling sederhana untuk mengubah kurva IDF menjadi hyetograph rencana. Pada metode ABM membutuhkan data curah hujan berdurasi pendek [3]. Kurva distribusi hujan yang terbentuk pada metode ini menghasilkan intensitas hujan maksimal berada di tengah.

Waktu Konsentrasi (t_c)

Waktu konsentrasi merupakan waktu yang dibutuhkan air hujan mengalir dari titik terjauh menuju titik keluaran.

$$t_c = t_0 + t_d \quad (3)$$

$$t_0 = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{nd}{\sqrt{S}} \right]^{0,167} \quad (4)$$

$$t_d = \frac{L_s}{60V} \quad (5)$$

Dimana nd adalah koefisien retardasi, S adalah kemiringan lahan, L adalah panjang lintasan aliran di lahan (m), L_s adalah panjang lintasan aliran dalam saluran (m), V adalah kecepatan aliran di dalam saluran (m/detik), t_0 adalah waktu yang diperlukan air untuk mengalir di atas permukaan, dan t_d adalah waktu yang diperlukan air untuk mengalir di dalam saluran sampai ke pembuang.

Debit Banjir

Perhitungan debit rencana dengan Metode Rasional adalah sebagai berikut.

$$Q = 0,278.C.I.A \quad (6)$$

Dimana Q adalah debit rencana (m³/detik), C adalah koefisien aliran permukaan, I adalah intensitas curah hujan (mm/jam), dan A adalah luas daerah pengaliran/area (km²)

Software SWMM 5.2

Software EPA SWMM 5.2 dapat mensimulasikan dampak hujan-runoff dari suatu wilayah terhadap sistem drainasenya dan juga menyediakan solusi [2]. EPA SWMM 5.2 juga mensimulasikan jumlah limpasan permukaan pada setiap subcatchment, termasuk debit, kedalaman, kecepatan, dan variabel lainnya di setiap saluran selama periode simulasi dalam interval waktu tertentu.

Permodelan EPA SWMM 5.2

(a) Pembagian Subcatchment

Subcatchment dibagi berdasarkan kontur elevasi lahan serta pola aliran limpasan ketika terjadi presipitasi.

(b) Pembuatan Model Jaringan

Model jaringan dibuat berdasarkan kondisi sistem drainase eksisting. Model ini mengintegrasikan beberapa komponen penting seperti *subcatchment*, *node junction*, *conduit*, *outfall node*, dan *rain gage*. Kemudian masukkan semua parameter yang dibutuhkan untuk komponen penting tersebut.

(c) Simulasi Respon Aliran Pada Time Series

Simulasi ini bertujuan untuk mengobservasi bagaimana debit aliran merespons perubahan waktu berdasarkan distribusi curah hujan.

(d) Simulasi Model

Pada simulasi indikator keberhasilan ditentukan oleh nilai continuity error yang harus kurang dari 10%. Dalam simulasi EPA SWMM 5.2 debit banjir dihitung dengan cara memodelkan suatu sistem drainase. debit banjir dihitung dengan cara memodelkan suatu sistem drainase. Perhitungan debit pada software SWMM 5.2 ini menggunakan *SCS Curve Number Method*. Adapun rumus *SCS Curve Number Method* yaitu sebagai berikut.

$$R = \frac{(P-Ia)^2}{P-Ia+S} \quad (7)$$

Dimana,

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \quad (8)$$

R merupakan total volume limpasan yang terakumulasi (inch), P adalah total curah hujan yang terakumulasi (inch), Ia adalah abstraksi awal (jumlah air yang tertahan sebelum terjadi limpasan) (inch), S adalah kapasitas penyimpanan kelembaban tanah (inci), dan CN adalah *Curve Number*.

(e) Output EPA SWMM 5.2

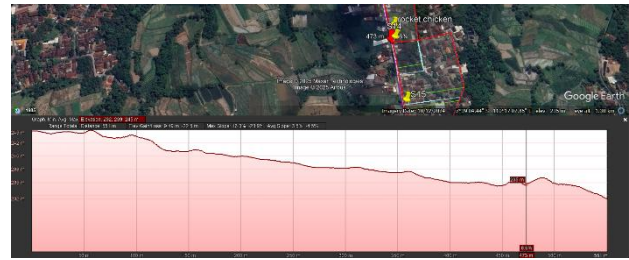
Hasil simulasi EPA SWMM 5.2 menghasilkan berbagai data output yang meliputi *runoff quantity continuity*, *flow routing continuity*, *highest flow instability indexes*, *routing time step*, *subcatchment runoff*, *node depth*, *node inflow*, *node surcharge*, *node flooding*, *outfall loading*, *link flow*, dan *conduit surcharge* yang disajikan dalam laporan statistik simulasi rancangan.

(f) Visualisasi Hasil

Visualisasi hasil menampilkan representasi grafis dari jaringan saluran drainase sebagai output dari proses simulasi, profil aliran dari beberapa saluran utama dan yang diketahui tergenang, dan grafik aliran yang terjadi pada saluran.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kondisi Eksisting Drainase



Gambar 5. Cekungan Depan Rocket Chicken Ngluwar

Kondisi saluran drainase di ruas Jalan Kyai Raden Syahid tergolong kurang baik. Kapasitas saluran yang ada belum optimal dalam menampung debit air hujan. Akibatnya, sering terjadi luapan air ketika hujan turun. Luapan air ini menyebabkan genangan yang menghambat kelancaran lalu lintas di jalan raya. Terutama pengendara motor yang sangat terganggu dengan adanya genangan air tersebut. Selain mengganggu aktivitas di jalan, genangan air juga menimbulkan kerusakan pada permukaan jalan raya.

Saluran drainase pada ruas jalan ini juga terdapat masalah pada bagian tertentu, yaitu adanya saluran *bottle neck*. Saluran *bottle neck* ini menyebabkan aliran air terhambat karena dimensi saluran yang lebih kecil setelah bagian tersebut. Sebelumnya, saluran memiliki dimensi yang lebih besar, tetapi setelahnya mengalami penyempitan. Hal ini menyebabkan aliran air tidak optimal, dan air pun meluber ke jalan raya. Dampaknya, selain mengganggu kenyamanan pengguna jalan, juga dapat menyebabkan kecelakaan akibat jalan yang licin.

Pada saluran drainase ini juga terdapat cekungan yang cukup dalam, tepatnya di depan Rocket Chicken Ngluwar. Cekungan tersebut menyebabkan aliran air terhambat, yang mengakibatkan genangan air pada daerah tersebut. Genangan air yang terjadi sering kali mencapai ketinggian sekitar 15 cm. Perawatan saluran drainase di kawasan ini sangat kurang, sehingga kondisi saluran drainase menjadi kurang optimal. Sampah masih sering dibuang sembarangan ke dalam saluran, menghambat aliran air. Akibatnya, fungsi saluran drainase terganggu, terutama saat terjadi hujan. Selain itu, banyak rumput liar yang tumbuh di sekitar saluran, yang semakin memperburuk aliran air. Pertumbuhan rumput liar ini juga mengganggu kelancaran aliran air, sehingga genangan air dapat terjadi dengan lebih mudah.

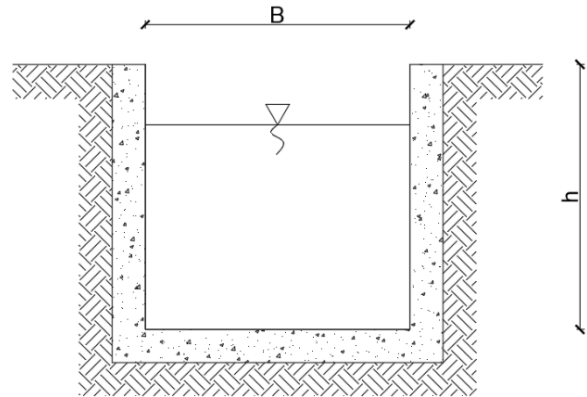


Gambar 6. Kondisi Eksisting Saluran Drainase

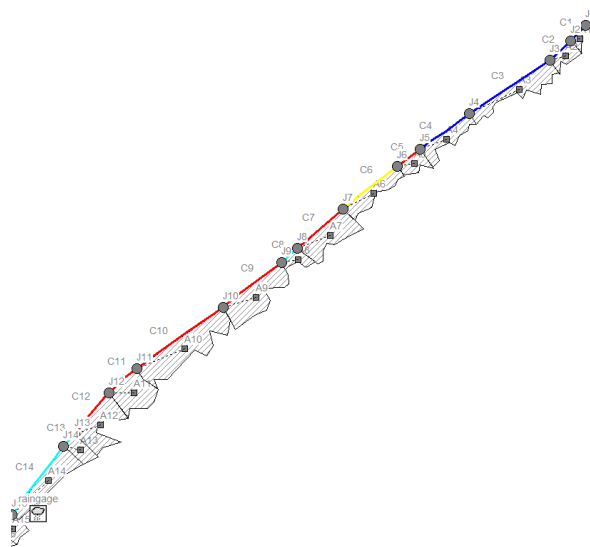
Saluran drainase yang tidak memadai ini memerlukan perbaikan agar dapat mengalirkan air hujan dengan lebih efektif. Perbaikan saluran drainase ini perlu dilakukan agar aliran air tidak menimbulkan genangan. Perbaikan saluran drainase secara optimal juga akan sangat membantu dalam mengatasi masalah genangan air yang sering terjadi di kawasan ini. Data hasil survei eksisting saluran dapat disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Survei Saluran Drainase Eksisting

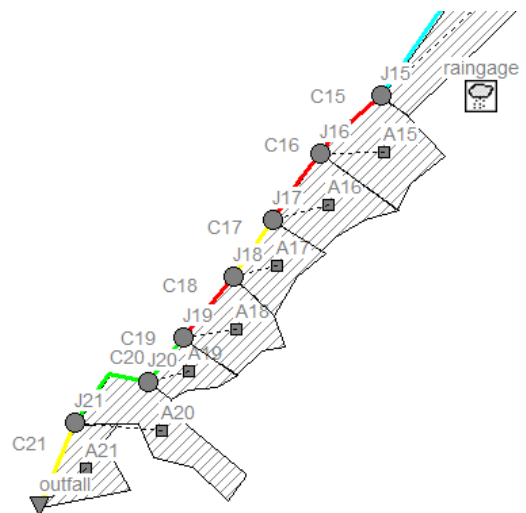
Saluran	B (m)	h (m)
1	0,58	0,6
2	0,6	0,6
3	0,72	0,56
4	1,1	0,65
5	0,48	0,46
6	0,64	0,52
7	0,52	0,46
8	1	0,98
9	0,48	0,36
10	0,39	0,39
11	0,4	0,38
12	1,05	0,48
13	1,06	0,84
14	1,23	0,84
15	0,59	0,62
16	0,52	0,62
17	0,58	0,76
18	0,67	0,81
19	0,67	0,92
20	0,62	1,06
21	0,54	1,08



Gambar 7. Penampang Saluran



Gambar 8. Saluran *Bottle Neck* C5, C7, C8, C9, C10, C11, dan C12



Gambar 9. Saluran *Bottle Neck* C15, C16, dan C18

3.2 Analisis Hidrologi

Tabel 2. Curah Hujan Maksimum

Tahun	Curah Hujan maks (mm)
2012	44
2013	63
2014	61
2015	48
2016	67
2017	60
2018	39
2019	49
2020	56
2021	49
2022	71

Uji konsistensi data hujan ini menggunakan metode RAPS dan hasilnya data konsisten yang artinya data bisa digunakan. Kemudian analisis frekuensi yang diterima oleh pengujian Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov adalah distribusi normal karena memiliki nilai penyimpangan terkecil.

Pada penelitian ini dibagi menjadi 21 *subcatchment*, 21 *junction* dan 21 *conduit*. Data ini diperoleh dari *google earth*. Waktu konsentrasi maksimum diperoleh 18 menit dari petungan pada persamaan 3, 4 dan 5. Kala ulang yang digunakan pada penelitian ini yaitu pada kala ulang 10 tahun.

3.3 Analisis Software SWMM 5.2

a) Kondisi Eksisting Saluran Drainase

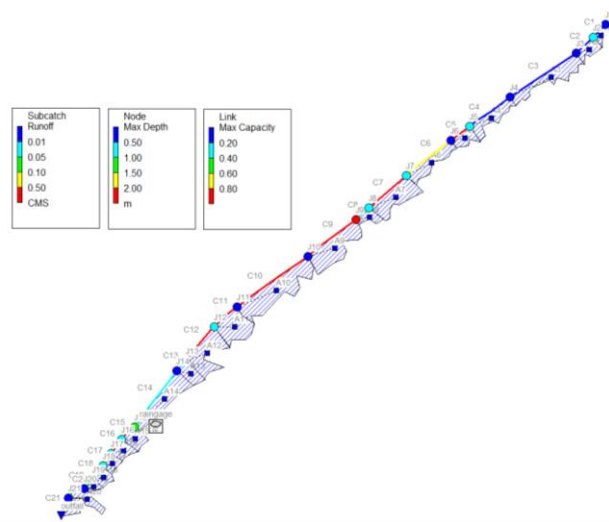
Tabel 3. Node Saluran Drainase Eksisting

Node	Invert elv (m)
J1	359,4
J2	355,4
J3	350,4
J4	332,44
J5	319,35
J6	315,54
J7	303,48
J8	293,54
J9	291,02
J10	278,64
J11	259,61
J12	250,62
J13	247,52
J14	244,16
J15	234,16
J16	230,38
J17	228,38
J18	225,24
J19	224,19
J20	222,08
J21	218,94
OUTFALL	215,92

Tabel 4. Conduit Eksisting

Conduit eksisting						
Conduit	B (m)	h (m)	Length (m)	slope	elv awal dasar (m)	elv akhir dasar (m)
C1	0,58	0,6	133	0,030	359,40	355,40
C2	0,6	0,6	166	0,030	355,40	350,40
C3	0,72	0,56	581	0,031	350,40	332,44
C4	1,1	0,65	333	0,039	332,44	319,35
C5	0,48	0,46	188	0,020	319,35	315,54
C6	0,64	0,52	396	0,030	315,54	303,48
C7	0,52	0,46	375	0,027	303,48	293,54
C8	1	0,98	89,7	0,028	293,54	291,02
C9	0,48	0,36	434	0,029	291,02	278,64
C10	0,39	0,39	586	0,032	278,64	259,61
C11	0,4	0,38	219	0,041	259,61	250,62
C12	1,05	0,48	289,32	0,011	250,62	247,52
C13	1,06	0,84	83,14	0,040	247,52	244,16
C14	1,23	0,84	472	0,021	244,16	234,16
C15	0,59	0,62	126	0,030	234,16	230,38
C16	0,52	0,62	101	0,020	230,38	228,38
C17	0,58	0,76	102	0,031	228,38	225,24
C18	0,67	0,81	92,3	0,011	225,24	224,19
C19	0,67	0,92	94,4	0,022	224,19	222,08
C20	0,62	1,06	155	0,020	222,08	218,94
C21	0,54	1,08	103	0,029	218,94	215,92

Hasil running pada kondisi eksisting dengan kala ulang 10 tahun memperoleh nilai continuity error surface Runoff yaitu -0,21 % dan flow routing -0,09%. Jika nilai hasil simulasi continuity error kurang dari 10%, maka simulasi dapat dianggap cukup baik (Dewi, 2023).



Gambar 10. Hasil Running Saluran Eksisting

Berdasarkan hasil simulasi pada software EPA SWMM 5.2 untuk kondisi eksisting dengan hujan kala ulang 10 tahun menunjukkan adanya luapan pada 5 titik yaitu J7, J9, J10, J15 dan J16 dan juga 9 conduit meluap yaitu pada C5, C7, C9, C10, C11, C12, C15, C16, dan C18.

b) Revitalisasi 1

Pada simulasi ini dilakukan dengan menambah kapasitas saluran yaitu mengubah dimensi agar lebih besar sehingga dapat menampung debit air hujan dengan lebih baik. Selain

itu pada simulasi ini juga mengubah kemiringan slope menjadi seragam dari saluran hulu sampai ke hilir dengan tujuan agar aliran air menjadi lebih stabil.

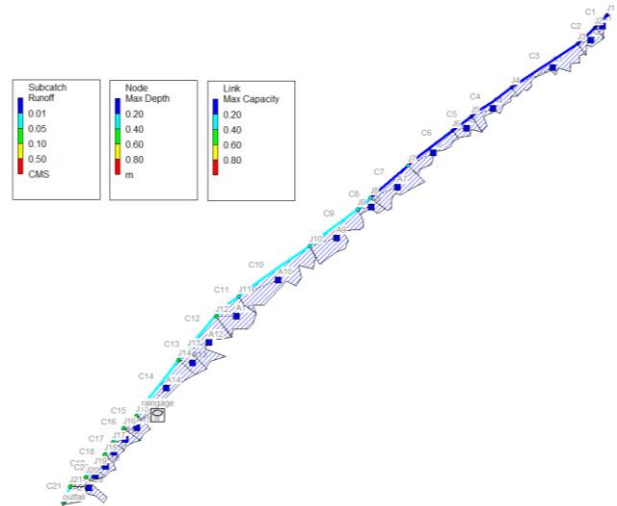
Tabel 5. Node Saluran Drainase Revitalisasi 1

Node	Invert elv (m)
J1	359,40
J2	355,68
J3	351,05
J4	334,82
J5	325,51
J6	320,26
J7	309,20
J8	298,72
J9	296,22
J10	284,09
J11	267,72
J12	261,60
J13	253,52
J14	251,20
J15	238,01
J16	234,49
J17	231,67
J18	228,82
J19	226,24
J20	223,61
J21	219,28
OUTFALL	215,92

Tabel 6. Conduit Saluran Drainase Revitalisasi 1

Conduidit rencana					koreksi elv slope	
Conduidit	B (m)	h (m)	Length (m)	slope	elv awal (m)	elv akhir (m)
C1	0,8	0,8	133	0,028	359,40	355,68
C2	0,8	0,8	166	0,028	355,68	351,05
C3	0,8	0,8	581	0,028	351,05	334,82
C4	1,2	1,2	333	0,028	334,82	325,51
C5	1,2	1,2	188	0,028	325,51	320,26
C6	1,2	1,2	396	0,028	320,26	309,20
C7	1,2	1,2	375	0,028	309,20	298,72
C8	1,2	1,2	89,7	0,028	298,72	296,22
C9	1,2	1,2	434	0,028	296,22	284,09
C10	1,2	1,2	586	0,028	284,09	267,72
C11	1,2	1,2	219	0,028	267,72	261,60
C12	1,2	1,2	289,32	0,028	261,60	253,52
C13	1,2	1,2	83,14	0,028	253,52	251,20
C14	1,4	1,4	472	0,028	251,20	238,01
C15	1,4	1,4	126	0,028	238,01	234,49
C16	1,4	1,4	101	0,028	234,49	231,67
C17	1,4	1,4	102	0,028	231,67	228,82
C18	1,4	1,4	92,3	0,028	228,82	226,24
C19	1,4	1,4	94,4	0,028	226,24	223,61
C20	1,4	1,4	155	0,028	223,61	219,28
C21	1,5	1,5	103	0,033	219,28	215,92

Hasil running pada simulasi ini dengan kala ulang 10 tahun memperoleh nilai continuity error surface Runoff yaitu - 0,21 % dan flow routing -0,09%. Jika nilai hasil simulasi continuity error kurang dari 10%, maka simulasi dapat dianggap cukup baik (Dewi, 2023).



Gambar 11. Hasil Running Saluran Revitalisasi 1

Berdasarkan hasil simulasi pada software EPA SWMM 5.2 untuk simulasi ini dengan hujan kala ulang 10 tahun tidak menunjukkan adanya luapan debit hujan. Namun, terdapat 10 titik yaitu node J12, J13, J14, J15, J16, J17, J18, J19, J20, J21, dan 1 conduit yaitu C20 yang ditandai dengan warna hijau, menunjukkan bahwa titik-titik tersebut sudah mendekati batas kapasitas saluran untuk meluap. Meskipun demikian, titik node dan conduit ini masih berada dalam batas aman dan tidak menyebabkan peningkatan debit air hujan yang berpotensi menimbulkan genangan di jalan raya.

c) Revitalisasi 2

Pada simulasi ini hampir sama dengan model revitalisasi 2 yaitu dengan menambah kapasitas saluran dan mengubah slope menjadi lebih seragam. Hanya saja hal yang membedakan pada simulasi ini yaitu dengan adanya penambahan freeboard pada saluran.

Tabel 14. Node Saluran Drainase Revitalisasi 2

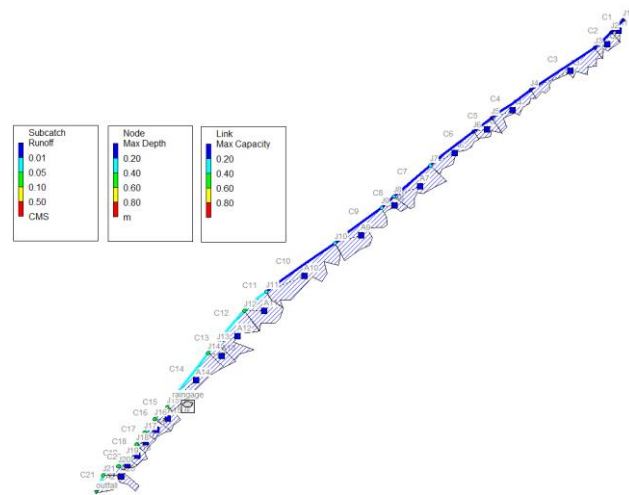
Node	Invert elv (m)
J1	359,40
J2	355,68
J3	351,05
J4	334,82
J5	325,51
J6	320,26
J7	309,20
J8	298,72

Node	Invert elv (m)
J9	296,22
J10	284,09
J11	267,72
J12	261,60
J13	253,52
J14	251,20
J15	238,01
J16	234,49
J17	231,67
J18	228,82
J19	226,24
J20	223,61
J21	219,28
OUTFALL	215,92

Tabel 15. Conduit Saluran Drainase Revitalisasi 2

Conduit rencana (+FB)					
Conduit	B (m)	h (m)	FB (m)	h + FB (m)	Length (m)
C1	0,8	0,8	0,40	1,20	133
C2	0,8	0,8	0,40	1,20	166
C3	0,8	0,8	0,50	1,30	581
C4	1,2	1,2	0,50	1,70	333
C5	1,2	1,2	0,50	1,70	188
C6	1,2	1,2	0,50	1,70	396
C7	1,2	1,2	0,60	1,80	375
C8	1,2	1,2	0,60	1,80	89,7
C9	1,2	1,2	0,60	1,80	434
C10	1,2	1,2	0,60	1,80	586
C11	1,2	1,2	0,60	1,80	219
C12	1,2	1,2	0,60	1,80	289,32
C13	1,2	1,2	0,60	1,80	83,14
C14	1,4	1,4	0,60	2,00	472
C15	1,4	1,4	0,60	2,00	126
C16	1,4	1,4	0,60	2,00	101
C17	1,4	1,4	0,60	2,00	102
C18	1,4	1,4	0,60	2,00	92,3
C19	1,4	1,4	0,75	2,15	94,4
C20	1,4	1,4	0,75	2,15	155
C21	1,5	1,5	0,75	2,25	103

Hasil running pada simulasi 3 ini dengan kala ulang 10 tahun memperoleh nilai continuity error surface Runoff yaitu -0,21 % dan flow routing -0,09%. Jika nilai hasil simulasi continuity error kurang dari 10%, maka simulasi dapat dianggap cukup baik (Dewi, 2023).



Gambar 12. Hasil Running Saluran Revitalisasi 2

Berdasarkan hasil simulasi pada software EPA SWMM 5.2 untuk simulasi ini dengan hujan periode ulang 10 tahun tidak menunjukkan adanya luapan debit hujan. Namun, terdapat 10 titik yaitu node J12, J13, J14, J15, J16, J17, J18, J19, J20, dan J21 yang ditandai dengan warna hijau, menunjukkan bahwa titik-titik tersebut sudah mendekati batas kapasitas saluran untuk meluap. Meskipun demikian, titik-titik node ini masih berada dalam batas aman dan tidak menyebabkan peningkatan debit air hujan yang berpotensi menimbulkan genangan di jalan raya.

4. Pembahasan

(a) Evaluasi

Data hujan diperoleh dari CHIRPS dengan titik lokasi di Rocket Chicken Ngluwar. Titik lokasi ini dipilih karena saluran drainase di depan Rocket Chicken Ngluwar sering kali meluap, menyebabkan genangan di jalan, dan bahkan merusak lapisan aspal. Data curah hujan yang digunakan mencakup periode 11 tahun dan telah memenuhi uji konsistensi menggunakan metode RAPS. Analisis frekuensi dilakukan dengan kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, dan 100 tahun menggunakan distribusi normal, karena distribusi ini memiliki nilai penyimpangan terkecil. Intensitas hujan dihitung menggunakan Metode Mononobe serta distribusi hujan ABM. Perhitungan durasi hujan (tc) dengan Metode Rasional menghasilkan nilai 18 menit. Namun, karena perangkat lunak SWMM tidak dapat menganalisis hujan dalam satuan menit, maka digunakan durasi hujan selama 3 jam seperti yang disajikan pada Lampiran 13. Durasi ini dipilih karena sudah dapat menggambarkan kondisi waktu hujan menjadi luapan pada saluran di lapangan. Periode ulang yang digunakan pada analisis ini yaitu kala ulang 10 tahun.

Hasil pemodelan menggunakan software SWMM 5.2 pada saluran drainase eksisting menunjukkan adanya luapan debit air hujan yang menyebabkan genangan. Terdapat 5 titik node yang terjadi luapan yaitu pada node J7, J9, J10, J15, dan J16. Selain itu, terdapat 9 conduit saluran yang kapasitasnya kurang memadai dalam menampung debit air hujan yaitu C5, C7, C9, C10, C11, C12, C15, C16, dan C18. Dari hasil running software SWMM 5.2 dan perhitungan manual menggunakan Excel, terdapat perbedaan dalam hasil kecepatan aliran. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan acuan, di mana pada software SWMM 5.2 menggunakan input data hujan, sedangkan perhitungan manual menggunakan debit hujan. Berdasarkan hasil evaluasi dengan pemodelan menggunakan software SWMM 5.2 ini perlu adanya upaya mitigasi untuk mencegah terjadinya genangan di jalan raya.

(b) Mitigasi

Berdasarkan hasil evaluasi melalui pemodelan saluran drainase eksisting dengan software SWMM 5.2 yang telah dilakukan perlu adanya mitigasi yaitu revitalisasi kapasitas saluran dengan menambah dimensi saluran dan juga mengubah kemiringan slope menjadi seragam agar aliran menjadi lebih stabil. Perubahan ukuran dimensi dilakukan dari hulu saluran untuk menghindari terjadinya bottleneck pada saluran. Oleh karena itu, saluran direvitalisasi secara keseluruhan agar dapat mengalirkan air dengan lebih baik. Penentuan ukuran dimensi mengikuti ketersediaan saluran U-ditch di pasaran. Hal ini bertujuan untuk memudahkan proses pengerjaan serta meningkatkan efisiensi biaya.

Pemodelan revitalisasi saluran drainase ini terdapat 2 simulasi model. Model 1 dengan mengubah ukuran dimensi dan mengubah kemiringan slope. Pada hasil analisis simulasi model 1 ini terdapat 10 titik yaitu node J12, J13, J14, J15, J16, J17, J18, J19, J20, J21, dan 1 conduit yaitu C20 yang ditandai dengan warna hijau, menunjukkan bahwa titik-titik tersebut sudah mendekati batas kapasitas saluran untuk meluap. Meskipun demikian, titik node dan conduit ini masih berada dalam batas aman. Pemodelan model 2 hampir sama dengan model 1 hanya saja ditambah dengan adanya freeboard. Hasil analisis model 2 ini lebih baik jika dibandingkan dengan model 1. Hal ini ditandai dengan tidak adanya conduit yang mendekati batas kapasitas saluran untuk meluap. Namun, masih terdapat 10 titik yaitu node J12, J13, J14, J15, J16, J17, J18, J19, J20, dan J21 yang ditandai dengan warna hijau, yang menunjukkan bahwa titik-titik tersebut sudah mendekati batas kapasitas saluran untuk meluap. Meskipun demikian, titik-titik node ini masih berada dalam batas

aman dan tidak menyebabkan peningkatan debit air hujan yang berpotensi menimbulkan genangan di jalan raya.

5. Simpulan

Kapasitas sistem drainase pada kondisi eksisting setelah dianalisis menggunakan software SWMM 5.2 yaitu kurang memadai dalam menampung debit hujan sehingga masih terjadi luapan air. Dari hasil analisis menunjukkan adanya luapan air pada 5 titik dan 9 conduit.

Solusi alternatif untuk mengatasi genangan air di ruas Jalan Kyai Raden Syahid, Ngluwar, Magelang menggunakan software EPA SWMM 5.2 dengan menyesuaikan kaidah hidrolika saluran agar sesuai dengan kondisi topografi setempat yaitu meningkatkan kapasitas saluran drainase dengan memperbesar dimensinya serta menyelaraskan kemiringan saluran agar aliran lebih stabil. Simulasi dilakukan menggunakan software EPA SWMM 5.2 dengan dua macam revitalisasi sebagai berikut.

Revitalisasi 1 yaitu dengan mengubah ukuran dimensi dan mengubah kemiringan slope. Pada hasil analisis simulasi model 1 ini terdapat 10 titik yaitu node J12, J13, J14, J15, J16, J17, J18, J19, J20, J21, dan 1 conduit yaitu C20 yang ditandai dengan warna hijau, menunjukkan bahwa titik-titik tersebut sudah mendekati batas kapasitas saluran untuk meluap. Meskipun demikian, titik node dan conduit ini masih berada dalam batas aman.

Revitalisasi 2 yaitu hampir sama dengan model 1 hanya saja ditambah dengan adanya freeboard. Hasil analisis model 2 ini lebih baik jika dibandingkan dengan model 1. Hal ini ditandai dengan tidak adanya conduit yang mendekati batas kapasitas saluran untuk meluap. Namun, masih terdapat 10 titik yaitu node J12, J13, J14, J15, J16, J17, J18, J19, J20, dan J21 yang ditandai dengan warna hijau. Meskipun demikian, titik-titik node ini masih berada dalam batas aman dan tidak menyebabkan peningkatan debit air hujan yang berpotensi menimbulkan genangan di jalan raya.

Daftar Rujukan

- [1] Dewata, H., Faishal, F. A., & Marleni, N. N. N. (2024). Transmission Pipeline Planning from Kregan Water Treatment Plant to Watu Gajah Tank by PERUMDA PDAM Sleman Using EPANET 2.2. *INERSIA Informasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 20(1), 53–64. <https://doi.org/10.21831/inersia.v20i1.71953>
- [2] Dewi, N. K. P. C. (2023). *Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Dengan Aplikasi Epa-Swmm 5.2 Di Desa Baktiseraga, Kota Singaraja*. Universitas Udayana.

- [3] Fajriani, Q. R., Nur Utari, K. U., & Nurulita, R. (2022). The Impact of Dam Reservoir on Flood Reduction (Case Study Logung Reservoir, Kudus, Central Java). *INERSIA Lnformasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 18(2), 104–112. <https://doi.org/10.21831/inersia.v18i2.55409>
- [4] Faizal, R., Adi Prasetya, N., Alstony, Z., & Rahman, A. (2019). Evaluasi Sistem Drainase Menggunakan Storm Water Management Model (SWMM) dalam Mencegah Genangan Air di Kota Tarakan. *Borneo Engineering : Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 143–154. <https://doi.org/10.35334/be.v3i2.1177>
- [5] Funk, C., Peterson, P., & Lnadfeld, M. (2015). *The climate hazards infrared precipitation with stations— a new environmental record for monitoring extremes*.
- [6] Hariyadi, J. S., Istiarto, I., & Raharjo, A. P. (2023). Evaluation of Flood Control Performance in the Talangsari Watershed, Samarinda, East Kalimantan. *INERSIA Lnformasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 19(1), 1–11. <https://doi.org/10.21831/inersia.v19i1.54144>
- [7] Khaerina, S. S., Pranoto, R., & Jatmika, B. (2019). Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Crossing Jl. Raya Cibadak. *Jurnal TESLINK : Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 1(2), 23–34. <https://doi.org/10.52005/teslink.v1i2.13>
- [8] Lindawati, L., Irawan, P., & Nursani, R. (2021). Evaluasi Sistem Drainase Dalam Upaya Penggulangan Banjir Di Jalan a . H Nasution Kota Tasikmalaya Menggunakan Program Epa Swmm 5.1. *Jurnal Siliwangi*, 7(2), 41–51.
- [9] Muliawan, I. W. (2019). Dampak Genangan Air Hujan Terhadap Kondisi Jalan Antasura Di Kecamatan Denpasar Timur. *Paduraksa*, 8(1), 44–50. <https://www.ejournal.warmadewa.ac.id/index.php/paduraksa/article/view/1109>
- [10] Suliwa, A., Nurhayati, & Herawati, H. (2022). Analisis konsistensi dan homogenitas curah hujan di das sekadau. *JeLAST : Jurnal Teknik Kelautan , PWK , Sipil, Dan Tambang*, 11(1), 1–6.
- [11] Yunianta, A., Rochmawati, R., & Dwilaga, D. (2022). Sistem Drainase Berkelanjutan Dalam Mengatasi Genangan Air Pada Kawasan Hamadi Rawa Kota Jayapura. *Jurnal MEDIAN Arsitektur Dan Planologi*, 12(2), 54–61. <https://doi.org/10.58839/jmap.v12i2.1094>