



Evaluasi Sistem Drainase di Lingkungan Kampus Politeknik Negeri Manado

Teddy Takaendengan¹, Jeanely Rangkang², Sudarno³, Dwars Soukotta⁴

Program Studi D3 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, Manado¹
Program Studi Sarjana Terapan Konstruksi Bangunan Gedung, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik
Negeri Manado, Manado^{2,3,4}

E-mail: teddy.takaendenga@sipil.polimdo.ac.id

Abstrak

Politeknik Negeri Manado merupakan salah satu perguruan tinggi yang ada di Sulawesi Utara yang menyelenggarakan Pendidikan vokasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi system jaringan drainase, keterhubungan, dimensi saluran dan kelayakan. Diketahui bahwa curah hujan di kota Manado cukup tinggi dengan intensitas cukup banyak mengakibatkan terjadinya genangan air yang meresahkan, hal ini juga dialami oleh kampus Politeknik Negeri Manado yang sempat mengalami genangan air yang cukup tinggi.

Metode yang digunakan adalah metode perhitungan analisis curah hujan Log Pearson III, dan juga menggunakan persamaan Mononobe untuk mendapatkan Intensitas, Dimensi saluran yang didapat, dievaluasi dan hasilnya merupakan rekomendasi.

Dari hasil analisis diperoleh nilai Intensitas curah hujan adalah 86,5 mm/jam, dimensi saluran yang didapat adalah lebar saluran 30 cm, dan tinggi saluran 30 cm. Hasil obseervasi dilapangan ditemui bahwa dimensi saluran yang eksisting adalah lebar saluran 30 cm, dan tinggi saluran 50 cm.

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini adalah dimensi saluran yang eksisting masih dapat ditoleransi untuk mengalirkan air hujan. Ditempat tertentu, dilokasi Gedung GKT, ditemui dimensi saluran yang kecil, sehingga tidak mampu mengalirkan debit air hujan yang berasal dari Gedung Teknik Sipil sehingga mengakibatkan genangan yang cukup mengganggu kenyamanan.

Kata kunci—saluran drainase, curah hujan, Log Pearson III, Mononobe,

1. PENDAHULUAN

Sistem drainase yang efisien dan fungsional memiliki peranan penting dalam menjaga lingkungan kampus yang aman dan nyaman. Namun, tantangan dalam menjaga kinerja optimal sistem drainase sering kali muncul akibat perubahan pola hujan, perkembangan infrastruktur, serta perubahan tata guna lahan di sekitar kampus. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang inovatif dan efektif untuk melakukan evaluasi rutin serta pemantauan sistem drainase dalam skala yang lebih luas dan akurat.

Penggunaan Unmanned Aerial Vehicles (UAV) atau pesawat tanpa awak telah menjadi sorotan dalam berbagai bidang aplikasi termasuk pengelolaan infrastruktur dan lingkungan. Dalam konteks sistem drainase, UAV memiliki potensi besar untuk mengatasi keterbatasan yang mungkin muncul dalam metode evaluasi tradisional. Metode tradisional seperti survei lapangan

manual atau pengukuran stasioner cenderung memerlukan waktu dan sumber daya yang besar, serta dapat terbatas pada akses ke area yang sulit dijangkau.

Dengan kemajuan teknologi UAV dan peralatan sensor yang semakin canggih, penggunaan UAV dalam mengevaluasi sistem drainase kampus dapat memberikan beberapa keunggulan signifikan. UAV memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data udara dengan resolusi spasial yang tinggi dan dalam waktu yang relatif singkat. Citra-citra udara yang dihasilkan oleh UAV dapat memberikan informasi detail tentang kondisi saluran drainase, aliran air, genangan, dan masalah lainnya yang mungkin terjadi (Colomina and Molina, 2014).

Selain itu, penggunaan UAV dalam evaluasi sistem drainase kampus juga dapat mengurangi risiko bagi personel lapangan. Dengan tidak perlu berada di lingkungan yang berpotensi berbahaya atau sulit diakses, UAV dapat memberikan informasi yang akurat dan mendalam tanpa mengorbankan keselamatan individu.

Oleh karena itu, penelitian mengenai penggunaan UAV dalam mengevaluasi sistem drainase kampus memiliki relevansi yang signifikan dalam pengelolaan lingkungan kampus yang berkelanjutan. Dengan memanfaatkan teknologi ini, kampus dapat mengidentifikasi masalah secara lebih cepat, merencanakan tindakan perbaikan yang lebih tepat sasaran, dan menjaga keberlanjutan sistem drainase yang esensial bagi kehidupan kampus secara keseluruhan.

Dalam beberapa dekade terakhir, teknologi Unmanned Aerial Vehicles (UAV) telah mengalami kemajuan pesat dan telah diterapkan secara luas dalam berbagai bidang, termasuk pemantauan lingkungan dan infrastruktur. Dalam konteks pengelolaan sistem drainase, UAV telah menawarkan pendekatan baru yang menjanjikan untuk melakukan evaluasi yang akurat dan efisien terhadap kinerja sistem drainase kampus. Sejumlah studi penelitian telah mengungkap potensi teknologi UAV dalam pengembangan metode evaluasi ini (Benjamin, 2012).

Sebagai contoh, sebuah jurnal internasional yang diterbitkan oleh Qiu et al. pada tahun 2019, "Applications of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in Water Resources Management: A Review", menyoroti bahwa UAV telah membawa revolusi dalam pemantauan air dan pengelolaan sumber daya air. Studi ini menunjukkan bahwa UAV mampu mengumpulkan data citra udara dengan resolusi yang tinggi, yang memungkinkan identifikasi dan pemetaan area-area dengan masalah drainase, seperti genangan air dan penyumbatan saluran. Teknologi UAV ini memungkinkan pemantauan secara lebih akurat dan terkini, yang pada gilirannya mendukung perencanaan tindakan perbaikan yang lebih tepat dan efisien (Kuffner and Lavalley, 2016), (Laliberte and Roberge, 2011).

Selain itu, sebuah artikel dalam jurnal "Remote Sensing" yang diterbitkan oleh Keesstra et al. pada tahun 2020, "The Potential of Unmanned Aerial Systems for Soil Erosion and Hydrology Research: A Review", menekankan penggunaan UAV dalam penelitian erosi tanah dan hidrologi. Studi ini menunjukkan bagaimana UAV dapat memberikan data visual dan geospasial yang kaya tentang aliran air dan pola aliran permukaan, yang relevan dalam konteks evaluasi sistem drainase.

Kedua referensi ini menggarisbawahi kemampuan UAV dalam mengumpulkan data yang relevan untuk sistem drainase. Dengan mengintegrasikan teknologi UAV dalam evaluasi sistem drainase kampus, diharapkan mampu memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang performa sistem, mengidentifikasi potensi masalah, dan merencanakan perbaikan yang diperlukan.

2. METODE PENELITIAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka didapat hasil sebagai berikut;

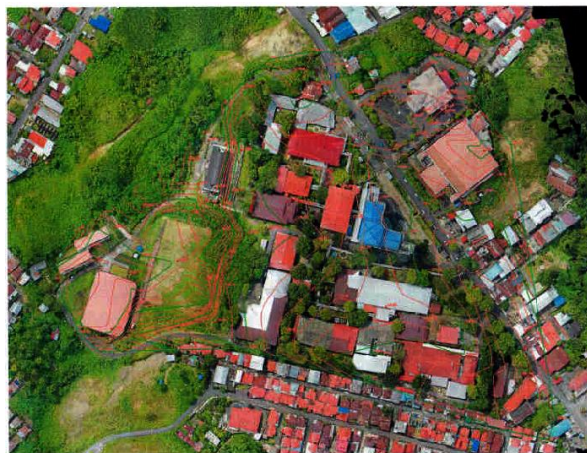
- Dengan menggunakan teknologi UAV (drone) didapat:

- peta lokasi kampus Politeknik Negeri Manado
- Kontur/tinggi titik lokasi kampus Politeknik Negeri Manado
- Spesifikasi Drone yang digunakan adalah:
 - DJI Phantom 4 Pro
 - Kamera DJI X3
 - Image Resolution 20 MegaPixel
 - Video Resolution 4K UHD
 - Flight Range 1 Km
 - Flight Time Approx. 25 minutes
- Perhitungan curah hujan Kawasan, dengan menggunakan persamaan Log Pearson III, didapat curah hujan rata-rata Kawasan
- Untuk Intensitas Hujan, dengan menggunakan persamaan Mononobe.
- Debit pada lokasi masing-masing tempat/bangunan pada kampus Politeknik Negeri Manado
- Menentukan Luasan saluran drainase, dengan mengasumsikan sesuai syarat untuk kecepatan maksimum saluran.
- Mengevaluasi dimensi saluran eksisting dengan dimensi hasil perhitungan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

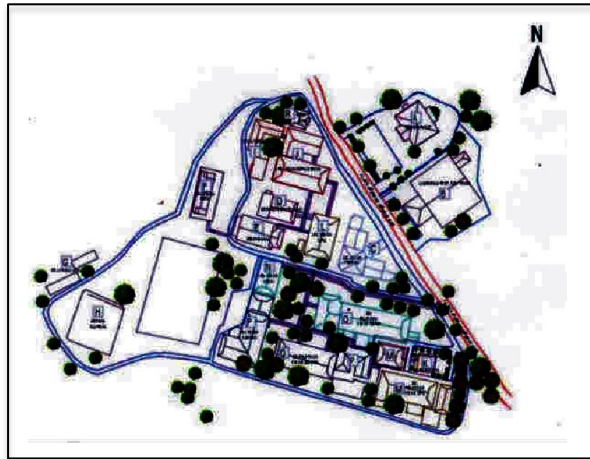
3.1. Hasil

- Hasil pemetaan dengan menggunakan drone adalah seperti yang terlihat pada Gambar 1. Peta Kampus Politeknik Negeri Manado sebagai berikut:



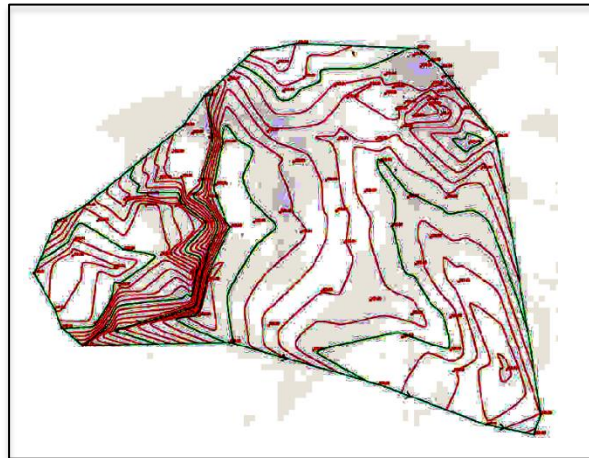
Gambar 1. Peta Kampus Politeknik Negeri Manado

Untuk peta Lay-out kampus Politeknik Negeri Manado, seperti terlihat pada Gambar 2. Peta Lay-out Kampus Politeknik Negeri Manado



Gambar 2. Peta Lay-out Kampus Politeknik Negeri Manado

Untuk peta kontur seperti terlihat pada Gambar 3. Peta Kontur Kampus Politeknik Negeri Manado sebagai berikut:



Gambar 3. Peta Kontur Kampus Politeknik Negeri Manado

Perhitungan curah Hujan Kawasan berdasarkan data curah hujan dari tahun 2006 – 2022 adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data Curah Hujan tahun 2006-2022

Tahun	Januari	Peb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agts	Sept	Okt	Nop	Des
2006	350	900	280	150	200	350	0	20	70	0	100	400
2007	600	400	410	150	300	360	130	320	70	220	200	320
2008	470	260	400	510	95	160	410	200	220	210	580	250
2009	620	250	360	370	230	130	110	120	50	110	400	340
2010	270	160	140	190	280	220	250	260	230	260	240	190
2011	471.7	468.8	488.8	372.3	263.2	276.8	68.6	151.3	205	112.8	271	505.1
2012	323	249	641	509	269	232	348	200	77	129	323	514.3
2013	553	567	78	379	334	124	417	251	192	182	282	357
2014	296	112	115	102	292	108	138	125	42	107	337	107
2015	398	321	50	53	155	239	11	0	0	3	287	203

2016	184	208	12	175	302	484	268	39	339	189	369	702
2017	622	368.8	444.2	150.9	391.2	498.1	215.8	154.8	213.1	357.5	247.6	221.9
2018	254	455	349	235	147	254	196	96	145	161	329	470
2019	544	233	74	483	114	116	196	-	10	303	36	188
2020	69	144	143	211	353	102	103	78	227	228	122	297
2021	577	276	349	223	370	262	288	237	320	140	583	552

Dengan menggunakan persamaan Log Pearson III (Koutsoyiannis, 2013), (Higgins and Davis, 2019) , didapat hasil untuk rata-rata hujan Kawasan dengan periode Ulang 2 tahun sebesar:

$$X_t = 249,56 \text{ mm}$$

Setelah didapatkan nilai untuk curah hujan Kawasan rata-rata, maka dengan menggunakan persamaan Mononobe (Brown and Chu, 2014) didapatkan nilai Intensitas Hujan:

$$I = 86.53 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan debit hujan dengan menggunakan persamaan Rasional (:

$$Q = 0.278 C \cdot I \cdot A$$

Dimana nilai C ditentukan berdasarkan tutupan lahan, untuk tutupan lahan berupa aspal atau beton, maka nilai C adalah 0.7 – 0.9 diambil rata-rata 0.8. Untuk tutupan lahan berupa rumput, dan atau tanah adalah 0.2 – 0.4 (Chow and Mays, 1988), (Higgins and Davis, 2019), (WMO, 2009).

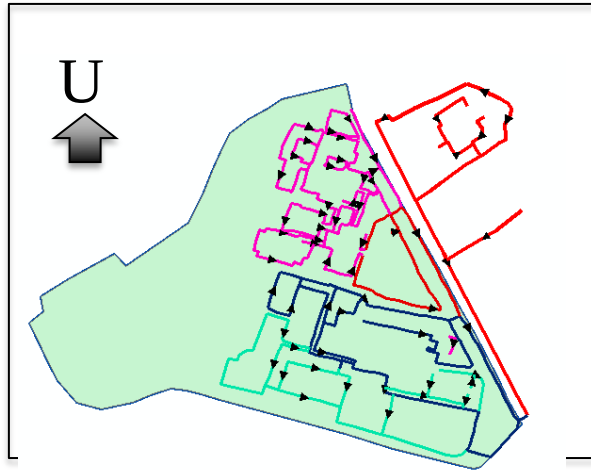
Luasan (A) ditentukan berdasarkan luas penutup atap dari bangunan tersebut, sehingga nilai Debit (Q) berdasarkan luas penutup atap bangunan.

Dari nilai Q tersebut, maka dapat dihitung dimensi saluran drainase pada masing-masing gedung dengan mengacu pada kecepatan maksimum yang disyaratkan untuk saluran drainase gedung sebesar 3 m/detik (Gharabaghi and Chu, 2017), (ASCE,2017).

Setelah dilakukan perhitungan , maka diapatkan bahwa dimensi saluran drainase adalah lebar saluran 30 cm, tinggi saluran 30 cm. Setelah itu dilakukan perhitungan disetiap saluran pembawa yang merupakan akumulasi debit dari saluran drainase tiap Gedung, didapat dimensi daluran pembawa adalah lebar saluran 30 cm dan tinggi saluran 50 cm.

Dari hasil observasi yang dilakukan pada saluran drainase eksisting, didapati beberapa saluran drainase yang mempunyai dimensi lebih kecil dari perhitungan sehingga perlu dilakukan penambahan luasan dimensi saluran tersebut.

Untuk Jaringan drainase saluran dapat dilihat pada Gambar 4. Jaringan saluran drainase Kampus Politeknik Negeri Manado dibawah ini:



Gambar 4. Jaringan saluran drainase Kampus Politeknik Negeri Manado

3.2. Pembahasan

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan dari pemetaan dan perhitungan serta analisis curah hujan, didapati bahwa dimensi saluran drainase yang eksisting masih mampu untuk menyalurkan air hujan dengan intensitas maksimum sebesar 86.53 mm/jam.

Dari hasil observasi yang telah dilakukan, didapati bahwa di beberapa tempat misalnya di depan pintu masuk basement Gedung Kuliah Terpadu, dimensi saluran yang mengalirkan air hujan dari saluran drainase yang berasal dari Gedung GKT dan Gedung jurusan Teknik Sipil ke saluran pembawa yang berhubungan dengan saluran pembawa di tepi jalan dengan menggunakan pipa yang berdiameter 3 inchi. Inilah salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya genangan pada basement Gedung Kuliah Terpadu disamping faktor lainnya yaitu tersumbatnya saluran akibat adanya sampah yang terjebak di saluran drainase tersebut. Dibawah ini memperlihatkan Gambar 5a. dan 5b. Saluran Drainase di beberapa Jurusan, sedang Gambar 6. Saluran Drainase yang menggunakan pipa 3'



5a. Saluran Drainase di beberapa Jurusan



5b. Saluran Drainase di beberapa Jurusan



Gambar 6. Saluran Drainase yang menggunakan pipa 3"

Solusi dalam mengatasi permasalahan yang dihadapi adalah:

- Dengan memprogramkan '*maintenance and repair*' saluran drainase setiap 6 bulan sekali
- Mengganti saluran drainase/pipa yang dimensinya tidak memenuhi persyaratan
- Menjaga kebersihan saluran drainase dengan tidak membuang sampah di saluran
- Membuat tanda-tanda larangan membuang sampah di saluran dan papan peringatan untuk menjaga kebersihan
- Melibatkan Mahasiswa dan dosen dalam menjaga dan merawat saluran drainase

Diharapkan kedepannya nanti Kampus Politeknik Negeri Manado tidak akan mengalami genangan-genangan air diberbagai tempat jika hal ini sudah dilakukan.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

1. Dimensi saluran eksisting pada setiap gedung perkuliahan masih mampu untuk menyalurkan air hujan
2. Di beberapa tempat, dimensi saluran drainase khususnya saluran pembawa terlalu kecil yang menyebabkan terjadinya genangan jika terjadi hujan dengan intensitas yang cukup tinggi.
3. Dimensi saluran drainase pada setiap Gedung adalah 30 x 30 cm untuk lebar dan tinggi saluran
4. Untuk saluran pembawa, dimensi saluran adalah 50 x 30 cm untuk lebar dan tinggi saluran
5. Untuk saluran drainase utama yang berada di tepi jalan, mempunyai ukuran lebar bawah 50 cm dan tinggi 100 cm. dengan kemiringan sekitar 1 %

5. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Unit Penelitian dan Pengabdian pda Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Manado yang telah membiayai penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Benjamin, D. (Ed.). (2012). *Drone Warfare: Killing by Remote Control*. Verso.
- Colomina, I., & Molina, P. (2014). Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 92, 79-97.
- Kuffner, J. J., & Lavalley, S. M. (2016). Motion planning in the presence of drift. *Autonomous Robots*, 40(1), 71-88..
- Laliberté, T., & Roberge, F. (2011). UAV photogrammetry for topographic surveying using a lightweight low-cost quadcopter. *The Photogrammetric Record*, 26(136), 20-42.
- Qiu, R., Wang, J., Xu, Z., & Zhang, F. (2019). Applications of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in Water Resources Management: A Review. *Water*, 11(5), 946.
- Keesstra, S., Maroulis, J., de Vente, J., & Castillo, C. (2020). The Potential of Unmanned Aerial Systems for Soil Erosion and Hydrology Research: A Review. *Remote Sensing*, 12(9), 1534.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill Education.
- Dunn, S. M., & Hairsine, P. B. (2017). *Erosion and Sediment Control: Handbook for Erosion Planning and Management*. CSIRO Publishing.
- Higgins, C. G., & Davis, A. P. (Eds.). (2019). *Urban Drainage*. CRC Press.
- Brown, R. A., & Chu, C. R. (Eds.). (2014). *Stormwater Management for Land Development: Methods and Calculations for Quantity Control*. Wiley.
- Gharabaghi, B., & Chu, A. (Eds.). (2017). *Urban Watershed Management*. CRC Press.
- Koutsoyiannis, D. (2013). Hydrology and Change. *Hydrological Sciences Journal*, 58(6), 1177-1197.

Hershfield, D. M. (1965). Rainfall Frequency Atlas of the United States for Durations from 30 Minutes to 24 Hours and Return Periods from 1 to 100 Years. U.S. Weather Bureau.

ASCE (American Society of Civil Engineers). (2017). Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures. ASCE 7-16.

WMO (World Meteorological Organization). (2009). Manual on Estimation of Probable Maximum Precipitation.
