

Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase untuk Limpasan Hujan dan Limbah Domestik di Jalan Wiliam Iskandar , Medan

(Evaluation of Drainage Channel Capacity for Rainfall Runoff and Domestic Wastewater on Willem Iskandar Street, Medan)

Tantowi Nababan¹, Wisnu Prayogo², Rizky Simanjuntak³

¹²³Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan, ¹Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Indonesia

*

Penulis korespondensi. Email: wisnupragoyo@unimed.ac.id

Article Info	Abstract
Article History Received: 04-01-2026 Revised: 05-12-2026 Published: 06-30-2026	Road drainage is crucial to ensure the road surface does not become inundated or flooded during rainfall. Here, the primary channel plays a crucial role because it is a crucial part of the "estuary" that collects all flow from secondary and tertiary channels before finally being discharged into the river. The purpose of this study is to evaluate whether the dimensions of the existing primary channel are still capable of accommodating the design discharge. The method is standard but robust: we calculate rainfall data, use hydrological formulas to determine the discharge, and then check the channel's cross-sectional capacity. Essentially, if we want an optimal drainage system, variables such as rainfall intensity, catchment area size, and channel slope must be carefully calculated to prevent the road from being quickly damaged by water.
Keywords Urban drainage; Runoff discharge; Channel capacity; Domestik waste; Sedimentation;	
Informasi Artikel	Abstrak
Sejarah Artikel Diterima: 01-04-2026 Direvisi: 12-05-2026 Dipublikasi: 30-06-2026	Drainase jalan itu krusial banget buat memastikan badan jalan tidak tergenang atau banjir pas hujan turun. Di sini, saluran primer memegang peran paling penting karena bagian penting "muara" yang menampung semua aliran dari saluran sekunder dan tersier sebelum akhirnya dibuang ke sungai. Tujuan dari kajian ini adalah untuk mengevaluasi apakah dimensi saluran primer yang ada masih sanggup menampung debit rencana. Metodenya standar tapi solid: kita hitung data curah hujan, pakai rumus hidrologi buat cari debitnya, terus cek kapasitas penampang salurannya. Intinya, kalau kita mau sistem drainase yang optimal, variabel seperti intensitas hujan, luas catchment area, sampai kemiringan saluran harus diperhitungkan dengan teliti supaya jalan tidak cepat rusak karena air.
Kata kunci Drainase perkotaan; Debit limpasan; Kapasitas saluran; Limbah domestik; Sedimen;	
Sitasi:	

PENDAHULUAN

Perkembangan wilayah perkotaan yang akseleratif secara linier menuntut ketersediaan infrastruktur pendukung yang tangguh, terutama dalam aspek mobilitas dan sistem drainase makro maupun mikro. Jaringan jalan bukan sekadar sarana pergerakan manusia dan barang, melainkan elemen integral dalam tata ruang yang menjamin keberlangsungan aktivitas ekonomi dan sosial suatu daerah. Namun, fungsionalitas jalan sangat bergantung pada sistem drainase yang terencana secara komprehensif.

Dalam perspektif teknik sipil, sistem drainase jalan memiliki peran krusial untuk menjamin stabilitas struktural perkerasan dengan cara mengalihkan air hujan dari permukaan jalan menuju badan air penerima secara efisien. Kegagalan sistem ini tidak hanya menyebabkan gangguan kenyamanan berupa genangan (inundation), tetapi juga memicu degradasi struktural pada perkerasan jalan akibat infiltrasi air yang menurunkan daya dukung tanah dasar (subgrade strength).

Dalam hierarki sistem drainase perkotaan, saluran primer menempati posisi paling vital sebagai muara akhir dari seluruh subsistem di bawahnya. Secara teknis, saluran primer berfungsi sebagai arteri utama yang mengintegrasikan aliran dari saluran tersier dan sekunder sebelum dialirkan ke sungai atau danau. Jalan William Iskandar yang terletak di Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara, merupakan salah satu koridor strategis yang menghubungkan kawasan pemukiman padat, pusat pendidikan tinggi, dan sentra niaga. Sebagai jalur arteri yang memiliki intensitas lalu lintas tinggi, Jalan William Iskandar menghadapi tantangan hidrologi yang kompleks seiring dengan masifnya alih fungsi lahan di wilayah penyangganya.

Transformasi lahan dari area vegetasi terbuka menjadi kawasan kedap air (betonitas) secara signifikan meningkatkan koefisien limpasan (C), yang secara langsung berimplikasi pada lonjakan debit puncak air permukaan. Perkembangan wilayah perkotaan yang akseleratif secara linier menuntut ketersediaan infrastruktur pendukung yang tangguh, terutama dalam aspek mobilitas dan sistem drainase makro maupun mikro.

Jaringan jalan bukan sekadar sarana pergerakan manusia dan barang, melainkan elemen integral dalam tata ruang yang menjamin keberlangsungan aktivitas ekonomi dan sosial suatu daerah. Namun, fungsionalitas jalan sangat bergantung pada sistem drainase yang terencana secara komprehensif.

Dalam perspektif teknik sipil, sistem drainase jalan memiliki peran krusial untuk menjamin stabilitas struktural perkerasan dengan cara mengalihkan air hujan dari permukaan jalan menuju badan air penerima secara efisien. Kegagalan sistem ini tidak hanya menyebabkan gangguan kenyamanan berupa genangan (inundation), tetapi juga memicu degradasi struktural pada perkerasan jalan akibat infiltrasi air yang menurunkan daya dukung tanah dasar (subgrade strength).

Dalam hierarki sistem drainase perkotaan, saluran primer menempati posisi paling vital sebagai muara akhir dari seluruh subsistem di bawahnya. Secara teknis, saluran primer berfungsi sebagai arteri utama yang mengintegrasikan aliran dari saluran tersier dan sekunder sebelum dialirkan ke sungai atau danau. Jalan William Iskandar yang terletak di Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara, merupakan salah satu koridor strategis yang menghubungkan kawasan pemukiman padat, pusat pendidikan tinggi dan sentra niaga. Sebagai jalur arteri yang memiliki intensitas lalu lintas tinggi, Jalan William Iskandar menghadapi tantangan hidrologi yang kompleks seiring dengan masifnya alih fungsi lahan di wilayah penyangganya. Transformasi lahan dari area vegetasi terbuka menjadi kawasan kedap air (betonitas) secara signifikan meningkatkan koefisien limpasan (C), yang secara langsung berimplikasi pada lonjakan debit puncak air permukaan

METODE PENELITIAN

Lokasi Daerah Penelitian

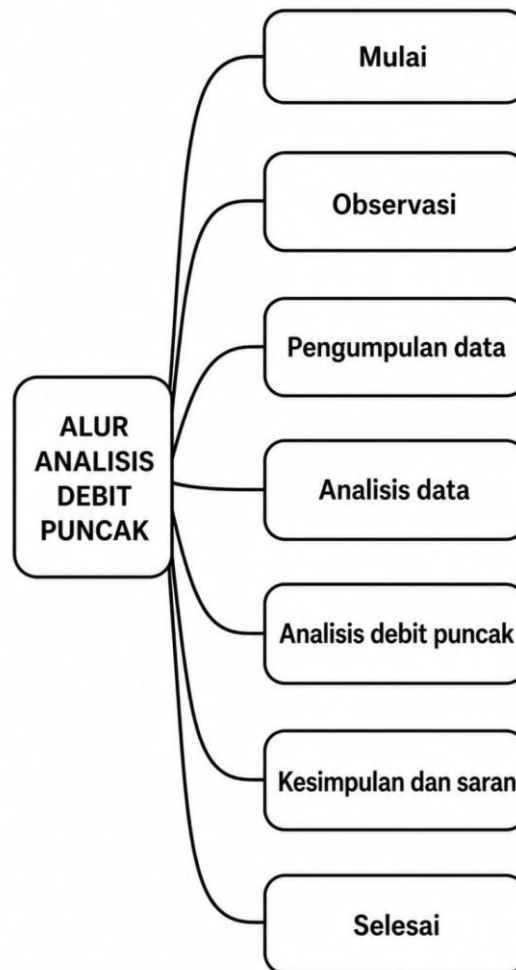
Lokasi yang diambil dalam studi ini yaitu berada pada kecamatan Medan Tembung, merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kota Medan Provinsi Sumatera Utara. Jalan Willem Iskandar sampai Jalan Cemara sebagai area penelitian dalam evaluasi sistem drainase ini dengan jarak dari titik awal Jalan Tuamang dan titik akhir Jalan Ibrahim Umar sepanjang 3,39 Km. Denah atau peta lokasi penelitian evaluasi drainase dapat di lihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Peta penelitian evaluasi drainase

Prosedur

Terdapat beberapa tahapan yang dilalui pada proses penelitian ini. Tahapan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 tahapan penelitian

Analisis Data

Analisis data dilakukan secara kuantitatif melalui pendekatan hidrologi dan hidrolika. Data curah hujan historis diolah menggunakan Metode Gumbel untuk memproyeksikan curah hujan rencana dengan variasi periode ulang 2, 5, 10, dan 25 tahun. Debit limpasan permukaan (runoff) selanjutnya dihitung menggunakan Metode Rasional dengan mempertimbangkan koefisien limpasan area komersial-pemukiman, intensitas hujan melalui kurva IDF, dan luas daerah tangkapan air. Untuk beban non-hujan, proyeksi jumlah penduduk dihitung menggunakan rumus pertumbuhangeometris guna memprediksi volume buangan limbah cair domestik di masa mendatang. Akumulasi total debit rencana ini kemudian dibandingkan dengan kapasitas tampung maksimum penampang ekonomis saluran berdasarkan perhitungan

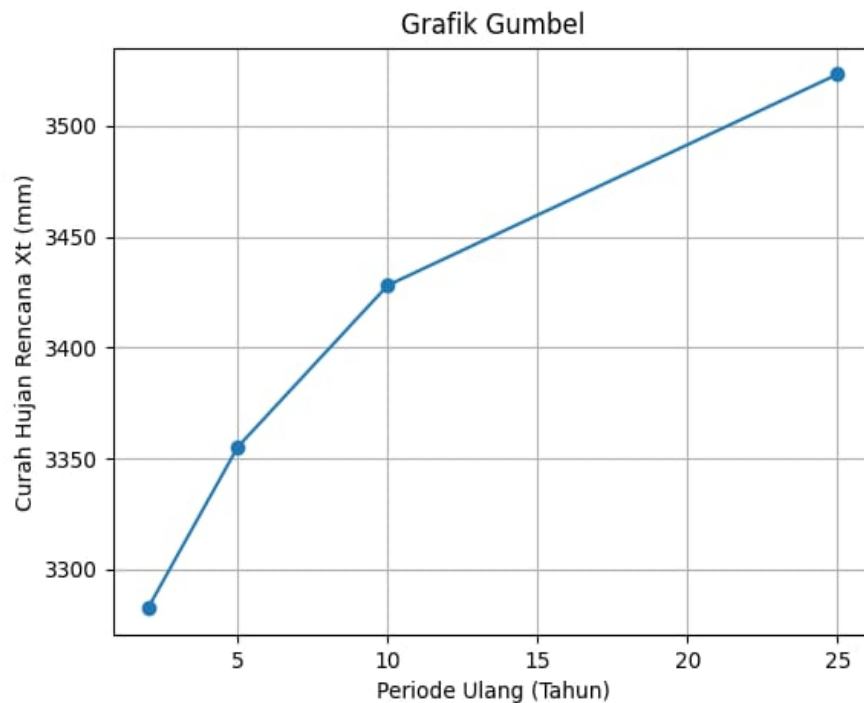
rumus Manning guna mengetahui signifikansi dampak sedimentasi terhadap pengurangan kapasitas drainase

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil perhitungan parameter hidrologi wilayah dan kondisi fisik eksisting penampang saluran drainase di sepanjang koridor Jalan William Iskandar. Berdasarkan hasil pengolahan data curah hujan bulanan dari stasiun klimatologi setempat untuk jangka waktu 2019–2023, diperoleh parameter statistik berupa nilai rata-rata curah hujan sebesar 3262 mm dengan nilai standar deviasi sebesar 127,7 mm. Melalui penerapan Metode Gumbel, sebaran faktor frekuensi dihitung guna menetapkan besaran curah hujan rencana di masa mendatang.

$$X_t = X + K \times S \quad (1)$$

Berdasarkan persamaan sebaran tersebut, hasil analisis frekuensi untuk masing-masing periode ulang (T) menghasilkan elevasi nilai hujan rencana yang meningkat secara bertahap. Pada periode ulang 2 tahun dengan faktor sebaran 0,16 diperoleh nilai curah hujan rencana sebesar 3282 mm. Pada periode ulang 5 tahun dengan faktor sebaran 0,73 diperoleh nilai curah hujan rencana sebesar 3755 mm. Untuk periode ulang 10 tahun dengan faktor sebaran 1,30 diperoleh curah hujan rencana sebesar 3328 mm, sedangkan untuk periode ulang 25 tahun dengan faktor sebaran 2,045 menghasilkan nilai curah hujan rencana sebesar 3574,865 mm. Rekapitulasi kurva tren kenaikan curah hujan rencana Metode Gumbel disajikan dalam instrumen analisis berikut..



Gambar 2. Grafik tren kenaikan nilai proyeksi curah hujan rencana berdasarkan analisis Distribusi Gumbel.

Tabel 1. Hasil proyeksi curah hujan rencana dengan Metode Gumbel

T (tahun)	Hasil Perhitungan		
	Faktor Reduksi (Yt)	Faktor Frekuensi (K)	Curah Hujan Rencana Xt (mm)
2	0,350	0,16	3282
5	1.6	0,73	3755
10	2.20	1,300	3328
25	3.3	2,045	3574,865

Analisis komponen non-hujan difokuskan pada fluktuasi jumlah penduduk guna memprediksi volume air buangan domestik harian yang membebani dimensi saluran secara kontinu. Perhitungan laju pertumbuhan geometris didasarkan pada data historis kependudukan Kecamatan Medan

Tembung periode tahun 2019 sampai dengan tahun 2023.

Tabel 2. Data perkembangan jumlah penduduk Kecamatan Medan Tembung

Tahun	Jumlah Penduduk		
	Laki-Laki (Jiwa)	Perempuan (Jiwa)	Total Penduduk (Jiwa)
2019	72.825	74.050	146.875
2020	72.934	73.600	146.534
2021	74.340	75.310	149.650
2022	75.300	76.540	151.840
2023	76.010	77.549	153.559

Hasil proyeksi kependudukan tersebut digunakan untuk memprediksi kuantitas debit air limbah mengacu pada asumsi bahwa standar volume air limbah domestik adalah sebesar 80% dari total kebutuhan pasokan air bersih rata-rata per kapita sebesar 150 liter/orang/hari. Pada tahun dasar perencanaan (2024), total pemakaian air bersih mencapai 22.520.250 liter/hari yang berimplikasi langsung terhadap timbulan air limbah domestik sebesar 18.016.200 liter/hari. Besarnya debit limbah ini dihitung secara matematis menggunakan persamaan beban buangan kontinyu.

$$Q_{\text{limbah}} = P \times Q \times 0,80 \quad (2)$$

Kondisi fisik eksisting penampang dari hasil pengukuran langsung di lapangan pada 10 segmen sampling menunjukkan adanya reduksi kapasitas tampung yang signifikan akibat akumulasi sedimen. Pengukuran mencakup parameter dimensi geometris serta ketebalan endapan di dasar saluran drainase primer.

Tabel 3. Spesifikasi geometris dan elevasi ketebalan sedimen eksisting saluran

Keterangan		Spesifikasi		
		Lebar (m)	Kedalaman (m)	Ketinggian sedimen Ds.(m)
Segmen pengamatan 1	SPBU 14.203.1199 H. Anif	1,23	0,86	0,07
Segmen pengamatan	3.625762,98.707707	1,15	0.52	0,12

2				
Segmen pengamatan	3.625115,98.707673	0,99	0,64	0,03
3				
Segmen pengamatan	3.622341,98.707565	1,14	0,59	0,09
4				
Segmen pengamatan	3.619677,98.707487	1,10	0,84	0,08
5				
Segmen pengamatan	3616762,98.707402	1,20	0,90	0,10
6				
Segmen pengamatan	3.9597,98.707031	1,22	0,62	0,07
7				
Segmen pengamatan	3.60,4615.98706055	1,30	0,69	0,08
8				
Segmen pengamatan	3.6010,98.706655	1,27	0,85	0,10
9				
Segmen pengamatan	3.598250,98.560702	1,70	0,45	0,14
10				

Perhitungan volume total sedimen terakumulasi dihitung menggunakan formulasi perkalian luas penampang endapan dengan panjang segmen tinjauan ($V = B \times L \times D_s$). Berdasarkan komparasi analitis, tingginya koefisien limpasan kawasan perumahan kedap air yang berpadu dengan limpasan limbah cair domestik menyebabkan laju pengendapan berjalan cepat. Keberadaan sedimen yang mencapai ketebalan 0,14 m pada titik kritis (Segmen 10)

secara nyata mereduksi luas basah penampang sehingga memicu terjadinya luapan air (backwater) ke badan jalan saat terjadi beban hujan puncak, membuktikan dimensi eksisting tidak lagi memadai tanpa pengerukan berkala.

Penyajian Persamaan Matematika

Analisis curah hujan dilakukan menggunakan data curah hujan bulanan dari stasiun BMKG wilayah setempat selama beberapa tahun terakhir. Data tersebut digunakan untuk menentukan karakteristik curah hujan di wilayah penelitian.

Selanjutnya debit limpasan air hujan dihitung menggunakan metode gumbel dengan

$$\text{rumus: } S = \sqrt{\sum \frac{[xi-x]^2}{n-1}}$$

$$x = x + \frac{S}{sn} (Yt - Yn)$$

Hasil analisis ini digunakan untuk mengetahui lebih besar debit air hujan yang masuk ke dalam sistem drainase.

Debit runoff dihitung untuk mengetahui besarnya limpasan permukaan yang masuk ke dalam saluran drainase. Perhitungan dilakukan menggunakan metode rasional dengan mempertimbangkan koefisien limpasan, intensitas hujan, dan luas daerah tangkapan air. Kawasan penelitian yang didominasi oleh permukiman menyebabkan nilai koefisien limpasan relatif tinggi sehingga sebagian besar air hujan menjadi aliran permukaan.

KESIMPULAN

Sistem drainase primer di Jalan William Iskandar, Deli Serdang, berperan krusial dalam menjaga stabilitas struktural jalan, namun peningkatan koefisien limpasan akibat perubahan tata guna lahan telah melampaui kapasitas tampung saat ini. Evaluasi menunjukkan perlunya penyesuaian dimensi saluran (redesain) dan pengerukan sedimen secara berkala untuk menampung debit puncak air permukaan guna mencegah luapan ke badan jalan. Kesimpulan ini didasarkan pada penurunan luas basah efektif akibat sedimentasi yang mencapai ketebalan hingga 0,14 meter pada segmen kritis saluran.

SARAN

Pemerintah daerah disarankan menerapkan konsep Low Impact Development (LID) secara struktural, seperti kewajiban pembuatan sumur resapan atau bioswale pada bangunan komersial di sepanjang Jalan William Iskandar untuk mereduksi debit puncak sebelum masuk ke saluran primer. Selain itu, diperlukan audit dan jadwal pemeliharaan rutin (maintenance) pembersihan sedimen maupun sampah domestik secara terukur, bukan sekadar tindakan responsif saat banjir terjadi. Sinkronisasi kemiringan saluran (slope) antara saluran sekunder dan tersier juga mutlak dilakukan untuk menghindari fenomena aliran balik yang menjadi pemicu utama genangan di badan jalan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, atas dukungan akademik dan fasilitas yang telah diberikan selama proses penelitian ini berlangsung. Apresiasi juga disampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan yang konstruktif sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Selain itu, penulis berterima kasih kepada pihak pemerintah kelurahan dan masyarakat di kawasan Jalan Wiliam Iskandar, Kota Medan, yang telah memberikan izin, bantuan, serta informasi yang dibutuhkan selama kegiatan pengumpulan data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, D., dan Hartati, S. (2021). Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Terhadap Genangan Air pada Ruas Jalan Utama Perkotaan. *Jurnal Infrastruktur*, 7(2), 85-94.
- Anonim. (2002). The Study on Flood Control and Water Management in Limboto-Bolango-Bone Basin in The Republic of Indonesia. Japan International Cooperation Agency The Government of Indonesia (JICA). Tokyo.
- Anonim. (2011). Data dan Informasi Bencana Indonesia. Badan Nasional Penanggulangan Bencana(BNPB). Jakarta.
- Chow, V. T. (1992). Hidrolika Saluran Terbuka (Edisi Terjemahan). Erlangga. Jakarta.
- Falkner, R. (2013). The Handbook of Global Climate and Environment Policy. Wiley-Blackwell.West Sussex, pp 11-12.

- Fridman, A. (2008). Plasma Chemistry (p. 978). Cambridge University Press. Cambridge.
- Gopal, K., dan Agrawal, A. (2013). Protected Areas in Relation to Marine Parks and Sanctuaries, dalam Agrawal, A. (ed), Biomonitoring of Water and Waste Water. Springer. London, p.85-92.
- Hamzanwadi, U., Alam, O., Lawan, E., Dye, S. F., Cells, S. S., dan Argentum, C. (2019). Indonesian Physical Review. 2 (3), 116–122.
- Harto, S. (1993). Analisis Hidrologi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hasmar, H. A. M. (2012). Drainase Terapan. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Hovmand, S. (1995). Fluidized Bed Drying. In Mujumdar, A.S. (Ed.) Handbook of Industrial Drying (pp.195-248). 2nd Ed. Marcel Dekker. New York.
- Istadi, I. (2006). Development of A Hybrid Artificial Neural Network – Genetic Algorithm for Modelling and Optimization of Dielectric-Barrier Discharge Plasma Reactor. PhD Thesis. Universiti Teknologi Malaysia.
- Knob, A., dan Carmona, E.C. (2008). Xylanase Production by *Penicillium sclerotiorum* and Its Characterization. World Appl. Sci. J., 4(2), 277–283.
- Kodoatie, R. J. (2013). Rekayasa Sumber Daya Air dalam Dimensi Wilayah dan Kota. Andi Offset. Yogyakarta.
- Lemos, J.L.S., Bon, E.P.S., Santana, M.F.E., dan Junior, N.P. (2000). Thermal Stability of Xylanases Produced by *Aspergillus awamori*. Brazilian J. Microbiol., 31(3), 206-211.
- Primack, H.S. (1983). Method of Stabilizing Polyvalent Metal Solutions. US Patent No. 4,373,104.
- Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa. (1978). Pedoman Penulisan Laporan Penelitian. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.
- Putra, A. S. (2017). Analisis Debit Limpasan Permukaan Akibat Perubahan Tata Guna Lahan di Kawasan Perkotaan. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 5(1), 12-20.
- Roeva, O. (2012). Real-World Applications of an Algorithm. In International Conference on Chemical and Material Engineering (pp. 25–30). Department of Chemical Engineering, Diponegoro University. Semarang, Indonesia.
- Roto, R., Tahir, I., dan Solikhah, U.N. (2009). Aplikasi Pengolahan Polutan Anion Khrom(VI) dengan Agen Penukar Ion Hydrotalcite Zn-Al-SO₄. Jurnal Manusia dan Lingkungan, 16(1), 41-53.

- Sihotang, R., dan Marpaung, S. (2019). Studi Evaluasi Kapasitas Drainase Primer di Kawasan Deli Serdang Menuju Muara Sungai. *Jurnal Konstruksia*, 10(2), 45-56.
- Sosrodarsono, S., dan Takeda, K. (2003). *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. (2013). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 1989 tentang Sistem Pendidikan Nasional.(1990). PT Armas Duta Jaya. Jakarta.
- Wijaya, K., Mudasir, Sugiharto, E., dan Tahir, I. (2004). Preparation and Characterization of Tetramethyl Ammonium and Montmorillonite Using Natural Bentonite. *Regional Conference for Young Chemistry*. USM, Penang, 13-15 April