

## PERENCANAAN ULANG SISTEM DRAINASE DAN IPAL DI JALAN SIMPANG BANDULAN BARAT – JALAN BRIGJEND KATAMSO KOTA MALANG

Alda Risma Widya Ningrum<sup>1</sup>, Winda Harsanti<sup>2</sup>, Sutikno<sup>3</sup>

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>. Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang<sup>2,3</sup>

Koresponden\*, Email: [aldarisma1910@gmail.com](mailto:aldarisma1910@gmail.com)<sup>1</sup>; [winda.harsanti@polinema.ac.id](mailto:winda.harsanti@polinema.ac.id)<sup>2</sup>; [sutikno.civil@gmail.com](mailto:sutikno.civil@gmail.com)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Pada Jalan Simpang Bandulan Barat – Jalan Brigjend Katamso Kota Malang sering mengalami genangan saat musim hujan. Terjadinya banjir disebabkan oleh kapasitas saluran drainase yang sudah tidak cukup untuk menampung debit limpasan air hujan, perencanaan drainase yang tidak tepat, terdapat sampah pada saluran drainase, banyaknya limbah dari rumah tangga dan industri serta banyaknya saluran drainase tertutup karena dibuat untuk parkir serta halaman rumah masyarakat. Dari kondisi tersebut maka dilakukan perencanaan ulang drainase. Perencanaan ini dibuat untuk merencanakan ulang dimensi saluran drainase dan menghitung kebutuhan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah), serta menghitung RAB. Hasil dari perhitungan dimensi saluran yang direncanakan berbentuk trapesium dan persegi dengan dimensi terbesar trapesium memiliki lebar 1,19 m, lebar bawah 0,8 m dan tinggi 1,09 m. sedangkan dimensi terbesar persegi memiliki lebar 1,4 m dan tinggi 1,4 m. Hasil dari perhitungan kebutuhan IPAL yaitu membutuhkan 4 IPAL dengan kapasitas yang berbeda yaitu, IPAL 1 dengan kapasitas 4 m<sup>3</sup>, IPAL 2 dengan kapasitas 12 m<sup>3</sup>, IPAL 3 dengan kapasitas 3 m<sup>3</sup>, IPAL 2 dengan kapasitas 2 m<sup>3</sup>. Berdasarkan hasil perhitungan perencanaan ulang saluran drainase maka dapat disimpulkan besarnya biaya perencanaan ulang drainase dan IPAL adalah Rp 6.473.335,422.

Kata Kunci: Drainase, Instalasi Pengolahan Air Limbah, Rencana Anggaran Biaya

### ABSTRACT

*On West Bandulan Junction Street - Brigjend Katamso Street, Malang City often experiences inundation during the rainy season. The occurrence of flooding is caused by the capacity of the drainage channel which is not sufficient to accommodate the discharge of runoff, improper drainage planning garbage in the drainage channel, the amount of waste from households and industry and the large number of closed drainage channels because it is made for parking and community home yards. From this condition, the drainage re-design is carried out. This plan is made to re-design the dimensions of the drainage channels and calculate the WWTP (Wastewater Treatment Plant) requirements, as well as calculate the RAB. The results of the calculation of the planned channel dimensions are trapezoidal and square with the largest dimensions of the trapezoid having a width of 1.19 m, a bottom width of 0.8 m and a height of 1.09 m. while the largest dimension of a square has a width of 1.4 m and a height of 1.4 m. The results of the calculation of the need for WWTP require 4 WWTP with different capacities, namely IPAL 1 with a capacity of 4 m<sup>3</sup>, IPAL 2 with a capacity of 12 m<sup>3</sup>, IPAL 3 with a capacity of 3 m<sup>3</sup>, IPAL 2 with a capacity of 2 m<sup>3</sup>. Based on the results of the calculation of drainage redesign, it can be concluded that the cost of redesign the drainage and WWTP is Rp. 6,473,335,422.*

**Keywords:** Drainage, Wastewater Treatment Plant, Cost Estimate

### 1. PENDAHULUAN

Persoalan banjir pada perkotaan dapat berupa genangan yang terjadi karena debit atau volume air yang mengalir pada sungai atau saluran drainase melebihi kapasitas pengalirannya. Luapan air biasanya tidak menjadi masalah bila tidak menimbulkan kerugian. Bila genangan air yang terjadi cukup tinggi dalam waktu lama dan sering, maka hal tersebut akan mengganggu kegiatan manusia (Rosyidie, 2013).

Latar belakang dilakukannya penelitian ini disebabkan adanya banjir di daerah Malang. Salah satu jalan yang juga mengalami banjir adalah pada Jalan Simpang Bandulan Barat – Jalan Brigjend Katamso, Kota Malang. Terjadinya banjir di Jalan Simpang Bandulan Barat disebabkan oleh kapasitas saluran drainase yang sudah tidak cukup untuk menampung debit limpasan air hujan, perencanaan drainase yang tidak tepat, sampah pada saluran drainase, banyaknya limbah dari rumah tangga dan adanya saluran drainase yang tertutup

karena dibuat untuk parkir serta halaman rumah masyarakat. Dengan adanya permasalahan ini, maka perlu dilakukan perencanaan ulang saluran drainase yang mampu mengatasi banjir, sehingga Jalan Simpang Bandulan Barat – Jalan Brigjend Katamso, Kota Malang terbebas dari banjir.

## 2. METODE

Lokasi penelitian sepanjang 3 kilometer terletak di Jalan Simpang Bandulan Barat-Jalan Brigjend Katamso, Kota Malang.

Data yang diperlukan untuk mendapatkan semua informasi penelitian adalah:

- a. Data Primer yaitu data yang didapat langsung dari lapangan dengan meninjau kondisi eksisting saluran drainase antara lain:
  1. Dimensi eksisting saluran.
  2. Dokumentasi kondisi eksisting saluran.
- b. Data Sekunder yaitu data yang diperoleh dari sumber tidak langsung antara lain:
  1. Peta topografi  
Data ini berisi peta kontur, diperlukan untuk mengetahui situasi dan elevasi pada lokasi penelitian. Data ini juga digunakan untuk menentukan arah saluran drainase.
  2. Data hidrologi  
Data ini berupa data curah hujan harian selama 10 tahun terakhir dari 3 stasiun hujan terdekat yaitu Stasiun Sukun, Stasiun Dau dan Stasiun Wagir dan data ini di dapat dari Dinas PU Sumber Daya Air Kota Malang.
  3. Peta DAS  
Digunakan untuk mengetahui luas lokasi studi, juga untuk menentukan metode yang digunakan dalam menganalisis curah hujan daerah.
  4. Data Kependudukan Kecamatan Sukun  
Data ini berupa jumlah penduduk yang ada di Kecamatan Sukun, data kependudukan digunakan untuk menghitung debit air kotor dari limbah rumah tangga serta untuk menganalisis saluran drainase.
  5. HSP Kota Malang tahun 2019  
Data ini berupa harga material-material, upah pekerja, dan harga alat yang ada di Kota Malang. Pada penelitian ini HSP digunakan untuk membuat rencana anggaran biaya perencanaan ulang saluran drainase.

Untuk melakukan penelitian ini maka diperlukan analisis lebih lanjut. Berikut langkah-langkah analisis tersebut :

1. Survey lokasi
2. Uji konsistensi data curah hujan
3. Uji homogenitas data curah hujan
4. Perhitungan curah hujan daerah
5. Pemilihan jenis distribusi
6. Pengujian kesesuaian distribusi
7. Perhitungan waktu dan intensitas curah hujan
8. Perhitungan debit

9. Perhitungan dimensi saluran
10. Gambar saluran drainase
11. Perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL)
12. Perhitungan rencana anggaran biaya (RAB)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Perhitungan Curah Hujan Maksimum

Data curah hujan maksimum dikumpulkan dari 3 stasiun yaitu Stasiun Sukun, Stasiun Dau dan Stasiun Wagir selama 10 tahun terakhir dari tahun 2009 sampai tahun 2018. Data curah hujan rata-rata dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Data Curah Hujan Maksimum 3 Stasiun

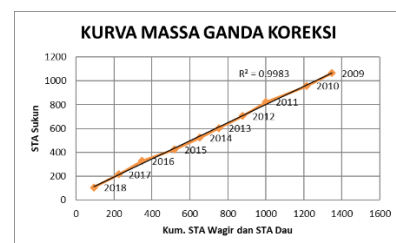
Tahun	Stasiun Sukun	Stasiun Wagir	Stasiun Dau
2018	94	116	95
2017	132	115	105
2016	122	150	75
2015	170	125	65
2014	134	99	100
2013	101	79	85
2012	125	105	97
2011	101	150	85
2010	178	160	110
2009	108	130	84

Sumber: Dinas PU Sumber Daya Air Kota Malang

### b. Perhitungan Uji Konsistensi Data

Uji konsistensi data dilakukan untuk mengetahui data hujan telah konsisten dan melakukan koreksi jika terjadi data tidak konsisten. Uji konsistensi data dilakukan dengan menggunakan metode kurva Massa Ganda.

Data yang digunakan yaitu data kumulatif sehingga membentuk garis linier. Berikut hasil uji konsistensi Stasiun Sukun terhadap Stasiun Dau dan Stasiun Wagir dapat dilihat pada **Gambar 1**.

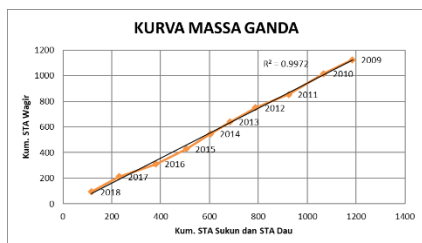


**Gambar 1** Kurva Massa Ganda Koreksi Stasiun Sukun

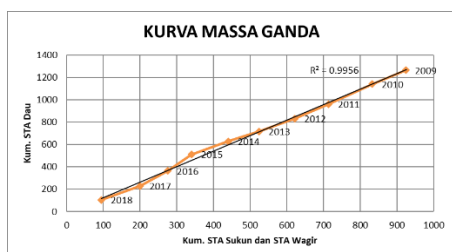
Sumber: Skripsi Perhitungan

Berdasarkan hasil uji konsistensi pada **Gambar 1** didapat nilai  $R^2$  adalah 0,9983 dan garis dikatakan telah lurus yang artinya telah konsisten. Setelah

Stasiun Sukun telah selesai dikoreksi maka dilakukan uji konsistensi Stasiun Wagir dan Stasiun Dau. Hasil uji konsistensi Stasiun Wagir dapat dilihat pada **Gambar 2** dan hasil uji konsistensi Stasiun Dau dapat dilihat pada **Gambar 3**.



**Gambar 2.** Kurva Massa Ganda Koreksi Stasiun Wagir  
Sumber: Skripsi Perhitungan



**Gambar 3.** Kurva Massa Ganda Koreksi Stasiun Dau  
Sumber: Skripsi Perhitungan

Berdasarkan hasil uji konsistensi pada **Gambar 2** didapat nilai  $R^2$  adalah 0,9972 dan **Gambar 3** didapat nilai  $R^2$  adalah 0,9956. Garis pada kedua gambar dikatakan telah lurus yang artinya telah konsisten.

Selanjutnya perhitungan curah hujan rencana dengan metode Log Pearson Tipe III. Pada distribusi ini, semua data terlebih dahulu diubah ke dalam bentuk logaritma. Persamaan curah hujan rancangan adalah:

$$\text{Log } d_{\text{ranc}} = \text{Log } \bar{d} + G \times Sd$$

Dimana:

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } d - \text{Log } \bar{d})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{\sum 0,201}{10-1}} = 0,14948$$

$$Cs = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n-1)(n-2) S^3} = \frac{0,201}{(10-1)(10-2) 0,14948^3} = 0,6251$$

Nilai G dengan kala ulang 5 tahun untuk nilai  $Cs$  0,6251 adalah 0,797 (Suripin, 2003)

$$\text{Log } \bar{d} = 1,891$$

$$\text{Log } d_{\text{ranc}} = 1,891 + (0,797 \times 0,14948) = 2,010$$

$$a \text{ Log } = 10^{\text{Log } d_{\text{ranc}}} = 102,267$$

Dari perhitungan tersebut maka curah hujan rencana dengan kala ulang 5 tahun adalah 102,267 mm.

### c. Perhitungan Debit

#### 1. Perhitungan Waktu Konsentrasi

Perhitungan waktu konsentrasi dihitung dari limpasan jalan dan pemukiman. Diketahui untuk Sta 0+000 - 0+050 bahwa lebar limpasan jalan sebelah kiri ( $L_0$ ) 2,5 m dan panjang limpasan jalan sebelah kiri ( $L_s$ ) 50 m. Koefisien kekasaran adalah 0,013 (Chow, 1985). Kemiringan lahan ( $S$ ) adalah 2%. Kecepatan aliran ( $V$ ) sebesar 1,5 m/detik.

$$t_0 = \left[ \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right]^{0,167} = 0,891 \text{ menit}$$

$$t_d = \frac{L_s}{60V} = \frac{50}{60 \times 1,5} = 0,556 \text{ menit.}$$

$$t_c = t_{0 \text{ jalan}} + t_d = 0,024 \text{ jam}$$

Diketahui untuk Sta 0+000 - 0+050 bahwa lebar limpasan pemukiman sebelah kiri ( $L_0$ ) 40,1468 m dan panjang limpasan pemukiman sebelah kiri ( $L_s$ ) 50 m. Koefisien kekasaran adalah 0,013. Kecepatan aliran ( $V$ ) sebesar 1,5 m/detik.

$$S = \frac{(\text{Elevasi hulu} - \text{elevasi hilir})}{L_s}$$

$$S = \frac{514 - 512}{50} = 0,0449 \%$$

$$t_0 = \left[ \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right]^{0,167} = 1,325 \text{ menit}$$

$$t_d = \frac{L_s}{60V} = \frac{50}{60 \times 1,5} = 0,556 \text{ menit.}$$

$$t_c = t_{0 \text{ jalan}} + t_d = 0,031 \text{ jam}$$

#### 2. Intensitas Curah Hujan

Setelah menghitung waktu konsentrasi, selanjutnya menghitung intensitas curah hujan dengan kala ulang 5 tahun dan nilai curah hujan rancangan sebesar 102,267 mm dengan menggunakan metode mononobe.

$$I = \frac{R24}{24} \left[ \frac{24}{t_c} \right]^{2/3}$$

Dengan rumus tersebut didapatkan hasil intensitas curah hujan jalan sebesar 424,738 mm/jam. Dan hasil intensitas curah hujan pemukiman sebesar 356,676 mm/jam.

#### 3. Perhitungan Debit Rancangan

Metode yang digunakan pada perhitungan debit rancangan adalah metode Rasional. Diketahui luas daerah pengaliran jalan ( $A$ ) sebesar 125 m<sup>2</sup> dan luas daerah pengaliran pemukiman ( $A$ ) sebesar 2007,3 m<sup>2</sup>. koefisien pengaliran ( $C$ ) yaitu 0,80 untuk jalan dan 0,3 untuk pemukiman. Perhitungan debit menggunakan rumus dari Suripin, 2003:

$$Q = C \times I \times A$$

Dari rumus tersebut didapatkan hasil debit jalan pada Sta 0+000 - 0+050 sebesar 0,0118 m<sup>3</sup>/detik dan debit pemukiman sebesar 0,060 m<sup>3</sup>/detik.

#### 4. Perhitungan Debit Air Kotor

Debit air kotor dihitung dari jumlah penduduk dan volume limbah yang dibuang. Pada Sta 0+000 - 0+050 saluran kanan jumlah penduduk adalah 16 orang. Kebutuhan air bersih sebesar 0,000056 m<sup>3</sup>/detik.

Kebutuhan air kotor sebesar 50% x air bersih yaitu sebesar 0,000028 m<sup>3</sup>/detik. Debit total adalah penjumlahan dari debit rancangan jalan, debit rancangan pemukiman dan debit air kotor dengan hasil 0,0715 m<sup>3</sup>/detik. Dari perhitungan mendapatkan hasil kebutuhan total air bersih di sepanjang saluran kiri sebesar 0,003840 m<sup>3</sup>/detik. Kebutuhan total air kotor sepanjang saluran kiri sebesar 0,00192 m<sup>3</sup>/detik. Debit total sepanjang saluran kiri adalah 4,6340 m<sup>3</sup>/detik.

Untuk perhitungan kebutuhan total air bersih disepanjang saluran kanan sebesar 0,00672 m<sup>3</sup>/detik. Kebutuhan total air kotor 0,00336 m<sup>3</sup>/detik. Debit total disepanjang saluran kanan adalah 5,5573 m<sup>3</sup>/detik.

#### d. Perhitungan Dimensi

Diketahui dari perhitungan dimensi eksisting pada saluran kanan Sta 0+050~0+100 nilai Q hitung tidak lebih besar dari Q rencana, nilai V minimum kurang dari 0,6 maka diperlukan untuk melakukan perencanaan ulang dimensi saluran. Untuk menghitung perencanaan ulang dimensi harus memenuhi syarat yang telah ditentukan yaitu :

1. Debit saluran yang direncanakan harus lebih besar dari debit yang terjadi ( $Q_{hitung} > Q_{rencana}$ ).
2. Kontrol kecepatan, nilai kecepatan hitung tidak boleh berada di bawah nilai kecepatan minimum yang disyaratkan dan tidak boleh melebihi kecepatan maksimum  $0.6 < V_{ijin} < 3$ .
3. Kontrol bilangan Froude (Fr) harus kurang dari 1 yang artinya sifat aliran harus subkritis.

Pada data dimensi eksisting terdapat saluran berbentuk trapesium dan persegi dengan dimensi terbesar pada bentuk saluran trapesium pada saluran kiri adalah lebar bawah 0,8 m, lebar atas 1,25 m dan tinggi 1,45 m. dimensi eksisting trapesium terkecil yaitu lebar bawah 0,4 m, lebar atas 0,6 m dan tinggi 0,5 m. Dimensi bentuk saluran sebelah kiri persegi terbesar yaitu lebar 0,95 m dan tinggi 1,2 m. Dimensi terkecil pada saluran kanan berbentuk persegi dengan lebar 0,2 m dan tinggi 0,3 m.

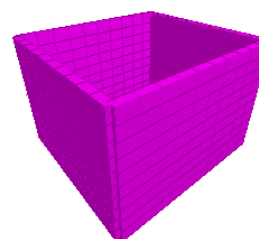
Berikut perhitungan dimensi baru saluran kanan pada Sta 0+050-0+100. Diketahui kemiringan rencana (S) adalah 0,007. Lebar saluran (B) sebesar 0,2 m. Tinggi saluran (H) sebesar 0,73 m. Tinggi air (h) sebesar 0,55 m. Perhitungan dimensi tersebut syarat-syarat yang ditentukan telah memenuhi.

Hasil perhitungan dimensi direncanakan berbentuk trapesium dan persegi, dengan dimensi terbesar trapesium memiliki lebar atas 1,19 m, lebar bawah 0,8 m, tinggi saluran 1,09 m. Dimensi terkecil saluran berbentuk trapesium adalah lebar bawah 0,7 m, lebar atas 0,82 m dan tinggi 0,4 m. Dimensi terbesar persegi yaitu lebar 1,4 m dan tinggi 1,4 m. Dimensi terkecil persegi dengan lebar 0,3 m dan tinggi 0,4 m.

#### e. Perencanaan IPAL

Perencanaan IPAL direncanakan pada industri niaga besar dan niaga kecil. Perencanaan IPAL meliputi perhitungan jumlah penduduk, debit air limbah, rencana sistem jaringan perpipaan, menentukan jenis IPAL dan desain perencanaan IPAL. Dari hasil perhitungan direncanakan 4 buah IPAL yaitu IPAL 1 berkapasitas 4 m<sup>3</sup>/L, IPAL 2 berkapasitas 12 m<sup>3</sup>/L, IPAL 3 berkapasitas 3 m<sup>3</sup>/L dan IPAL 4 berkapasitas 2 m<sup>3</sup>/L. Untuk jenis IPAL digunakan IPAL komunal tipe RC series.

Dalam merencanakan IPAL diperlukan bangunan penutup yang terdiri dari dinding penahan dan pelat lantai yang berfungsi menahan gaya geser tanah dan tekanan tanah. Analisis struktur bangunan IPAL menggunakan software STAAD.Pro V.8i yang dimodelkan dalam bentuk 3D yang dapat dilihat pada **Gambar 4**.



**Gambar 4** Tampak Pemodelan IPAL  
Sumber: STAAD Pro V.8i IPAL

Pemodelan struktur bangunan dianalisis terhadap beban mati, beban hidup dan beban kombinasi. Untuk beban mati yang bekerja berupa beban sendiri yang diperoleh dari berat masing-masing material penyusun struktur secara otomatis akan terhitung sebagai *selfweight* (-1,07) oleh STAAD Pro V.8i. Beban hidup yang bekerja adalah beban merata yang ditahan oleh pelat dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Berat IPAL} = \frac{\text{berat IPAL kosong} + \text{berat air limbah}}{\text{luas permukaan IPAL}}$$

Untuk beban kombinasi struktur ini ada beberapa kombinasi yang dipakai dalam perhitungan konstruksi dan sesuai dengan SK SNI Tahun 1991. Beban kombinasi tersebut antara lain:

1. 1,2 DL + 1,6 LL
2. 1,2 DL + 1,6 LL + 1,6 H

Berdasarkan hasil analisa struktur bangunan ini didapatkan hasil penulangan untuk pelat arah Mx dan pelat arah My serta penulangan dinding dimana terdapat 2 sisi dinding yaitu sisi samping dan depan. Keduanya dipilih momen yang terbesar yang digunakan untuk merencanakan tulangnya. Penulangan pelat arah Mx dan penulangan dinding arah Mx dipakai tulangan  $\phi$  10 – 130 (As pakai = 604 mm<sup>2</sup>). Penulangan pelat arah My dan penulangan dinding arah My dipakai tulangan  $\phi$  10 – 145 (As pakai = 542 mm<sup>2</sup>).

#### f. Rencana Anggaran Biaya

Pada penelitian ini membutuhkan biaya sebesar Rp 6.473.335,422. Dengan biaya perencanaan ulang saluran drainase sebesar Rp 5.515.296,711 dan biaya pembuatan IPAL sebesar Rp 369.553.673 dengan biaya PPN 10% sebesar Rp 588.485.038. Perencanaan ini membutuhkan waktu selama 4 bulan. Berikut rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya pada **Tabel 2**.

**Tabel 2** Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp 239,663,195.61
II	PEKERJAAN TANAH	Rp 315,609,266.23
III	PEKERJAAN PASANGAN	Rp 5,113,702,753.36
IV	PEKERJAAN STRUKTUR	Rp 93,769,377.29
V	PEKERJAAN PERPIPAAN	Rp 122,105,791.10
	JUMLAH	Rp 5,884,850,384
	PPN 10%	Rp 588,485,038
	TOTAL HARGA	Rp 6,473,335,422

Sumber: Skripsi Perhitungan

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan ulang saluran pada Jalan Simpang Bandulan Barat – Jalan Brigjend Katamsa Kota Malang didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Setelah melakukan survey dan mengevaluasi saluran eksisting didapatkan hasil bahwa semua saluran harus dilakukan perencanaan ulang agar dapat menampung debit yang ada.
2. Debit rancangan yang digunakan adalah kala ulang 5 tahun sebesar 102,267 mm/hari.

3. Debit yang harus ditampung saluran drainase bervariasi dimulai dari debit terkecil yaitu 0,071 m<sup>3</sup>/dt hingga debit terbesar yaitu 3,539 m<sup>3</sup>/dt. Debit limbah industri terbesar yang dapat ditampung oleh IPAL sebesar 10,50 m<sup>3</sup>/hari.
4. Beberapa saluran direncanakan berbentuk trapesium dengan dimensi berbeda – beda, dengan dimensi terbesar trapesium memiliki lebar atas 1,19 m, lebar bawah 0,8 m, tinggi saluran 1.09 m. Dan beberapa saluran berbentuk persegi dengan dimensi terbesar yaitu lebar 1.4 m dan tinggi 1.4 m.
5. Dari hasil perhitungan IPAL untuk debit limbah yang ada di industri didapatkan jumlah IPAL sebesar 4 buah IPAL yaitu IPAL 1 berkapasitas 4 m<sup>3</sup>, IPAL 2 berkapasitas 12 m<sup>3</sup>, IPAL 3 berkapasitas 3 m<sup>3</sup> serta IPAL 4 berkapasitas 2 m<sup>3</sup>.
6. Total biaya yang diperlukan untuk perencanaan ulang saluran drainase dan IPAL di Jalan Simpang Bandulan Barat – Jalan Brigjend Katamaso Kota Malang sebesar Rp. 6,473,335,422.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chow, V.T. 1985. Hidraulika Saluran Terbuka. Jakarta: Erlangga
- [2] Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air Kota Malang. Data Curah Hujan Tahun 2009 – 2018 Stasiun Sukun, Stasiun Dau dan Stasiun Wagir
- [3] Rosyidie, Arief. 2013. Banjir: Fakta dan Dampaknya, Serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan. Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota Vol.24. No.3, Desember 2013
- [4] Suripin. 2003. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Yogyakarta: Andi Press
- [5] SK SNI T-15-1991-03 Tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung