

## KOEFISIEN MANNING SALURAN DRAINASE DI RUAS JALAN BAPUYU DAN JALAN LELE KOTA PALANGKA RAYA

I Made Kamiana\* dan Allan Restu Jaya

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya  
Jalan Yos Sudarso, Palangka Raya, 73111

\*Email: kamianamade@eng.upr.ac.id

### Abstrak

Hingga saat penelitian ini dilakukan, belum ditemukan adanya suatu kajian yang luarannya berupa informasi mengenai koefisien Manning saluran drainase di Kota Palangka Raya; dalam perencanaan teknis saluran drainase, koefisien Manning biasanya ditentukan hanya dengan memperhatikan tipe dan deskripsi permukaan saluran rencana kemudian dicari nilainya pada literatur tanpa memperhatikan faktor-faktor lain seperti karakteristik tanah setempat, kedalaman aliran dan debit. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui: kisaran koefisien Manning dengan kedalaman aliran dan debit bervariasi, pola hubungan koefisien Manning dengan kedalaman aliran dan debit. Pendekatan penelitian yang digunakan adalah pendekatan survei. Penelitian dilakukan pada tahun 2019 pada saluran drainase yang dindingnya tanpa lining di ruas Jalan Bapuyu dan yang dindingnya sudah dilining di ruas Jalan Lele. Pengumpulan data berdasarkan metode sipat datar dan metode hidrometri. Analisis data berdasarkan persamaan Manning. Hasil penelitian menunjukkan: koefisien Manning saluran drainase di ruas Jalan Bapuyu berkisar 0,0374-0,0771 dengan kedalaman aliran 0,2125 m-0,5050 m dan debit 0,0231 m<sup>3</sup>/dt-0,0738 m<sup>3</sup>/dt; koefisien Manning saluran drainase di ruas Jalan Lele berkisar 0,0118-0,0409 dengan kedalaman aliran 0,3100 m-0,5833 m dan debit 0,4345 m<sup>3</sup>/dt -2,4986 m<sup>3</sup>/dt; koefisien Manning, cenderung naik apabila kedalaman aliran dan debit turun, sebaliknya akan turun apabila kedalaman aliran dan debit naik.

**Kata kunci:** koefisien Manning, kedalaman aliran, debit.

### 1. PENDAHULUAN

Pada sistem drainase perkotaan terdapat dua kelompok bangunan yang fungsinya saling mendukung, yaitu prasarana drainase dan sarana drainase. Saluran drainase perkotaan tergolong sebagai prasarana drainase yang berfungsi untuk menyalurkan kelebihan air dari suatu kawasan ke badan air penerima dengan aman dan merupakan bangunan yang diharapkan dapat menjadi salah satu faktor pendorong terciptanya kota yang bersih dan sehat (Permen PU Nomor 14, 2014). Guna memenuhi fungsi yang demikian itu, maka saluran drainase perkotaan perlu dirancang sedemikian rupa termasuk penampang hidraulisnya, yang meliputi penampang dalam arah melintang dan memanjang (Novrianti, 2016; Noperdie, 2018).

Persamaan aliran yang lazim digunakan dalam perhitungan penampang hidraulis saluran drainase perkotaan adalah persamaan aliran seragam Manning (Novrianti, 2016; Noperdie, 2018). Pada persamaan aliran seragam Manning terdapat variabel-variabel yang saling terkait dan memengaruhi satu sama lain, yaitu: koefisien kekasaran saluran atau koefisien Manning, taraf air atau kedalaman aliran, dan debit (Chow, 1989; Kamiana, 2018). Selain kedalaman aliran dan debit, dua variabel ini merupakan bagian dari unsur-unsur aliran pada saluran, cukup banyak faktor-faktor yang berpengaruh terhadap koefisien Manning. Faktor-faktor yang dimaksud menyangkut karakteristik saluran, dan, salah satu diantaranya adalah bahan pembentuk dasar dan dinding saluran (Chow, 1989; Kaldon, 2015).

Hasil-hasil penelitian dari dahulu hingga sekarang menunjukkan bahwa unsur-unsur aliran dan karakteristik saluran berpengaruh terhadap koefisien Manning. Namun, karena unsur-unsur aliran dan karakteristik saluran memiliki variabilitas dalam skala ruang dan waktu maka pengaruhnya terhadap koefisien Manning juga akan bervariasi. Hal inilah yang menjadi faktor pendorong dilakukannya penelitian secara terus menerus guna melihat kisaran koefisien Manning, dan faktor-faktor penentu dari setiap kasus. Upaya-upaya ini, antara lain dapat dilihat dari penelitian-penelitian yang dilakukan oleh: Chow, (1989); Pahlevi (2014), Kaldon (2015), Kimi (2015), Montjai (2015), Putro (2015), Sadad, (2018) Rizalihan (2018), dan Wibowo (2018).

Berdasarkan hasil penelusuran literatur, dapat dikatakan bahwa belum ditemukan kajian-kajian yang berkaitan dengan koefisien Manning saluran drainase di Kota Palangka Raya sehingga perlu dilakukan kajian melalui suatu penelitian. Harapannya, hasil penelitian dapat digunakan sebagai data masukan bagi mahasiswa, akademisi, dan praktisi, terutama dalam perencanaan teknis saluran drainase di Kota Palangka Raya, atau di kota-kota lain yang topografi dan jenis tanahnya sejenis dengan Kota Palangka Raya. Selain itu, juga diharapkan dapat memberikan informasi tambahan dalam mendukung terwujudnya kota cerdas dari segi *smart water* khususnya dalam pengelolaan banjir. Karena keberhasilan fungsinya sebagai prasarana sistem drainase perkotaan dalam mengurangi frekwensi banjir, saluran drainase perkotaan semestinya diawali dari kecerdasan dalam perencanaan teknis.

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Pendekatan, waktu dan lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan survei, mulai dilakukan dari bulan Maret hingga bulan Mei tahun 2019. Guna melihat perbedaan koefisien Manning dari dua jenis saluran drainase yang berbeda, selain itu juga untuk memungkinkannya dilakukan pengukuran aliran, maka saluran drainase yang dijadikan lokasi penelitian ditentukan secara purposif pada sistem drainase perkotaan di Kota Palangka Raya. Dengan dasar pemikiran yang demikian, maka saluran drainase yang diteliti adalah: (i) saluran drainase dengan dinding tanpa lining di ruas Jalan Bapuyu; (ii) saluran drainase dengan dinding dilining di ruas Jalan Lele. Kondisi dasar saluran maupun dinding saluran drainase serta kondisi aliran di lokasi penelitian tidak diberikan perlakuan.

### 2.2. Variabel penelitian

Dalam penelitian koefisien Manning ini, pengaruh sedimen tidak diteliti, penampang melintang dan memanjang saluran diasumsikan tidak berubah. Variabel penelitian meliputi koefisien Manning sebagai variabel terpengaruh atau variabel terikat, kedalaman aliran dan debit sebagai variabel berpengaruh atau variabel bebas.

### 2.3. Jenis data dan teknik pengumpulan data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini semuanya berupa data primer. Data dikumpulkan melalui pengukuran sipat datar dan pengukuran hidrometri. Melalui pengukuran sipat datar diperoleh data perbedaan elevasi muka air dalam arah memanjang saluran. Sedangkan melalui pengukuran hidrometri diperoleh data lebar dasar saluran, lebar muka air, kedalaman aliran, dan kecepatan aliran pada saluran (Novrianti, 2016; Noperdie, 2018).

Pengukuran sipat datar maupun pengukuran hidrometri dilakukan pada bagian saluran yang lurus. Jumlah penampang melintang yang ditinjau adalah dua penampang. Jarak antar penampang melintang adalah 10 meter. Untuk melihat adanya perubahan kondisi aliran dari segi waktu, maka pengukuran perbedaan elevasi muka air dalam arah memanjang saluran dan unsur-unsur aliran dilakukan sebanyak 10 kali pada tempat pengukuran yang sama tetapi pada waktu yang berbeda. Setiap kali pengukuran dilakukan perulangan pengukuran sebanyak 3 kali kemudian hasil akhirnya dirata-ratakan.

### 2.4. Teknik analisis

Analisis dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu: perhitungan gradien hidraulik, perhitungan jari-jari hidraulik, perhitungan debit, dan perhitungan koefisien kekasaran saluran.

Gradien hidraulik, atau kemiringan muka air dalam arah memanjang saluran, dihitung berdasarkan data perbedaan elevasi muka air dan jarak antara dua titik tinjauan pada penampang memanjang saluran, dan dirumuskan sebagai berikut (Kamiana, 2018):

$$S_w = \frac{h}{L} \dots\dots\dots (1)$$

dengan,  $S_w$ : gradien hidraulik;  $\Delta h$ : perbedaan muka air antara dua titik tinjauan (m); L: jarak antara dua penampang melintang saluran yang ditinjau (m).

Jari-jari hidraulik dihitung berdasarkan data hasil perhitungan luas penampang basah dan keliling basah saluran. Luas penampang basah dan keliling basah saluran dihitung berdasarkan data lebar dasar saluran, lebar muka air saluran, kedalaman aliran, dan kemiringan dinding saluran. Jari-jari hidraulik dihitung dengan rumus (Kamiana, 2018):

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2)$$

dengan, R: jari-jari hidraulik aliran (m); A: luas penampang basah saluran (m<sup>2</sup>); P: keliling basah saluran (m).

Debit dihitung berdasarkan data hasil pengukuran kecepatan aliran dan data hasil perhitungan luas penampang basah saluran. Debit dihitung dengan rumus kontinuitas (Zulfikar, 2018):

$$Q = V A \dots\dots\dots (3)$$

dengan, Q: debit (m<sup>3</sup>/dt); V: kecepatan aliran rata-rata penampang (m/dt); A: luas penampang basah saluran (m<sup>2</sup>) yang bergantung pada lebar dasar saluran (b), kedalaman aliran (h), dan bentuk saluran.

Koefisien Manning dihitung berdasarkan data hasil perhitungan luas penampang basah, jari-jari hidraulik, gradien hidraulik, dan debit. Koefisien Manning dihitung berdasarkan rumus aliran seragam Manning (Chow, 1989; Montjai, 2015; Putro, 2015; Ginting, 2016; Kamiana, 2018; Rizalihadi, 2018; Sadad, 2018; Wibowo, 2018; Zulfikar, 2018):

$$n = \frac{A R^{2/3} S^{1/2}}{Q} \dots\dots\dots (4)$$

dengan,

n: koefisien Manning; A: luas penampang basah (m<sup>2</sup>); R: jari-jari hidraulik aliran (m); S= S<sub>w</sub>: gradien hidraulik; Q: debit (m<sup>3</sup>/dt).

Hasil perhitungan n disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Berdasarkan tabel dan grafik itu kemudian ditentukan:

- i. kisaran n dengan h dan Q bervariasi di saluran drainase yang dindingnya tanpa lining maupun yang dindingnya sudah dilining;
- ii. pola hubungan n dengan h dan Q bervariasi di saluran drainase yang dindingnya tanpa lining maupun yang dindingnya sudah dilining.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Kisaran n

Hasil analisis dengan menggunakan persamaan (1) terhadap data pengukuran sipat datar adalah berupa nilai S. Hasil analisis terhadap data pengukuran hidrometri adalah berupa nilai b, h, A, P, R, V, dan Q. Nilai b dan h adalah nilai rata-rata dari data hasil pengukuran pada dua penampang melintang saluran yang ditinjau. Nilai h adalah juga nilai rata-rata dari data hasil pengukuran pada dua penampang melintang saluran yang ditinjau. Nilai A dan P dihitung berdasarkan bentuk saluran serta nilai b dan h. Nilai R dihitung berdasarkan persamaan (2), dengan nilai A dan P sebagai data masukan. Nilai V adalah nilai rata-rata dari data hasil pengukuran pada dua penampang melintang saluran yang ditinjau. Nilai Q adalah nilai rata-rata dari data hasil perhitungan pada dua penampang melintang saluran yang ditinjau. Perhitungan nilai Q pada masing-masing penampang dilakukan berdasarkan persamaan (3). Nilai n bergantung pada nilai  $AR^{2/3}S^{1/2}$  dan Q seperti dinyatakan dalam persamaan (4). Dalam kondisi b yang tetap, nilai  $AR^{2/3}S^{1/2}$  bergantung pada nilai h; nilai Q bergantung pada V dan A.

Nilai h, Q, dan nilai n saluran drainase dengan dinding tanpa lining di ruas Jalan Bapuyu tercantum pada Tabel 1. Sedangkan nilai h, Q, dan nilai n saluran drainase dengan dinding dilining di ruas Jalan Lele tercantum pada Tabel 2.

**Tabel 1. Kisaran n saluran drainase dengan dinding tanpa lining di ruas Jalan Bapuyu dengan h dan Q bervariasi**

No	h (m)	Q (m <sup>3</sup> /dt)	n
1	0,27	0,025	0,064
2	0,25	0,027	0,045
3	0,21	0,023	0,042
4	0,51	0,247	0,037
5	0,32	0,064	0,075
6	0,31	0,055	0,068
7	0,26	0,061	0,064
8	0,34	0,083	0,075
9	0,31	0,074	0,077
10	0,30	0,060	0,048

**Tabel 2. Kisaran n saluran drainase dengan dinding tanpa lining di ruas Jalan Lele dengan h dan Q bervariasi**

No	h (m)	Q (m <sup>3</sup> /dt)	n
1	0,36	0,434	0,041
2	0,42	1,215	0,015
3	0,58	2,499	0,014
4	0,48	1,547	0,012
5	0,53	1,946	0,022
6	0,44	1,266	0,025
7	0,41	0,970	0,025
8	0,49	1,585	0,022
9	0,31	0,683	0,030
10	0,37	1,070	0,030

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 dapat dilihat bahwa pada kondisi saluran yang berbeda, baik dari segi permukaan saluran maupun dari segi aliran pada saluran, mengakibatkan kisaran nilai n berbeda. Kisaran nilai n saluran drainase di ruas Jalan Bapuyu yang dindingnya tanpa lining tentu berbeda dengan kisaran nilai n saluran drainase di ruas Jalan Lele yang dindingnya dilining. Kisaran nilai n saluran drainase, di ruas Jalan Bapuyu 0,0374-0,0771 dengan kedalaman aliran 0,2125 m-0,5050 m dan debit 0,0231 m<sup>3</sup>/dt-0,0738 m<sup>3</sup>/dt; kisaran n di ruas Jalan Lele adalah 0,0118-0,0409 dengan kedalaman aliran 0,3100 m-0,5833 m dan debit 0,4345 m<sup>3</sup>/dt-2,4986 m<sup>3</sup>/dt.

Kisaran nilai n saluran drainase yang disebutkan di atas, memiliki kesesuaian dengan hasil beberapa penelitian terdahulu. Sebagai salah satu contoh, dalam Chow (1989) dinyatakan: kisaran n untuk saluran yang permukaannya tidak terawat, dengan tanaman pengganggu dan belukar tidak terpotong adalah 0,04-0,14; kisaran n dengan kondisi permukaan saluran berupa pasangan batu adalah 0,017-0,035. Contoh lain, dalam Zulfikar (2018) dinyatakan bahwa nilai n dengan kondisi permukaan saluran berupa pasangan batu adalah 0,03. Disamping memiliki kesesuaian, hasil penelitian mengenai kisaran n ini juga memiliki perbedaan dengan hasil penelitian terdahulu. Sebagai contoh, dalam Pahlevi (2014) dinyatakan kisaran n untuk saluran yang permukaannya ditumbuhi rumput adalah 0,185-0,278.

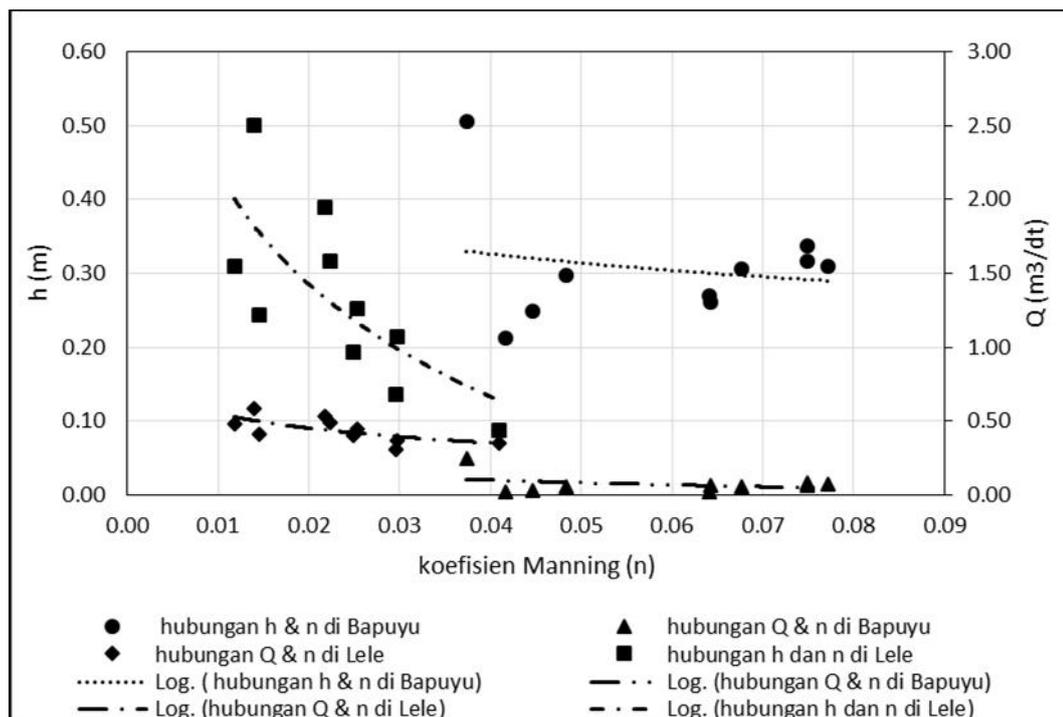
Adanya kesesuaian atau perbedaan hasil penelitian ini dengan beberapa hasil penelitian terdahulu kemungkinan disebabkan oleh karakteristik material saluran, kondisi permukaan saluran, unsur-unsur aliran pada saluran, dan faktor-faktor lainnya.

### 3.2. Pola hubungan n dengan h dan Q

Grafik hubungan koefisien Manning (n) dengan kedalaman aliran (h) dan debit (Q) dibuat berdasarkan data yang tercantum di kolom h, kolom Q, dan kolom n pada Tabel 2 dan Tabel 3. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1, baik pada saluran drainase dengan dinding tanpa dilining maupun yang dilining, apabila hubungan n dengan h dan Q didekati dengan persamaan regresi logaritmik, terlihat nilai n akan turun apabila nilai h dan Q naik, dan sebaliknya, nilai n akan naik apabila nilai h dan Q turun. Dengan kata lain, perubahan nilai n disebabkan oleh perubahan serentak dari nilai h dan Q. Perubahan nilai Q lebih landai dari pada perubahan nilai h pada perubahan nilai n tertentu, artinya perubahan nilai n lebih dominan ditentukan oleh perubahan nilai Q dari pada perubahan nilai h.

Hubungan nilai n dengan h dan Q, dalam penelitian ini sesuai dengan hasil-hasil penelitian terdahulu yang menyatakan terdapat hubungan antara taraf air dan debit terhadap nilai n. Sebagai contoh, dinyatakan dalam Chow (1989) dinyatakan bahwa perubahan taraf air dan debit yang dapat menyebabkan perubahan nilai n; perubahan taraf air dan debit berpengaruh nyata terhadap perubahan nilai n terutama pada saat taraf air dan debit masih tergolong kecil. Contoh lain juga dapat dilihat pada grafik hubungan n dengan Q dalam Pallu (2014), dari grafik itu terlihat nilai n akan makin kecil ketika nilai Q main besar.



Gambar 1. Hubungan  $n$  dengan  $h$  dan  $Q$

#### 4. KESIMPULAN

Kisaran koefisien Manning maupun pola hubungannya dengan kedalaman aliran dan debit pada dua ruas saluran drainase di Kota Palangka Raya telah dianalisis berdasarkan persamaan Manning. Hasilnya sebagai berikut: (i) Koefisien Manning saluran drainase di ruas Jalan Bapuyu berkisar 0,0374-0,0771 dengan kedalaman aliran 0,2125 m-0,5050 m dan debit 0,0231 ( $\text{m}^3/\text{dt}$ )-0,0738 ( $\text{m}^3/\text{dt}$ ); koefisien Manning saluran drainase di ruas Jalan Lele berkisar 0,0118-0,0409 dengan kedalaman aliran 0,3100 m-0,5833 m dan debit 0,4345 ( $\text{m}^3/\text{dt}$ )-2,4986 ( $\text{m}^3/\text{dt}$ ). (ii) Berdasarkan pendekatan regresi logaritmik, hubungan koefisien Manning dengan kedalaman aliran dan debit memiliki pola berbanding terbalik. Dengan kata lain, koefisien Manning akan naik apabila kedalaman aliran dan debit turun, sebaliknya akan turun apabila kedalaman aliran dan debit naik.

#### DAFTAR USTAKA

- Chow, V.T., (1989), *Hidrolika Saluran Terbuka*, Airlangga, Jakarta, pp. 82-113.
- Kaldon, (2015), *Analisis Nilai Koefisien Kekasaran Saluran Induk Mataram*, <http://etd.repository.ugm.ac.id/...>, diakses: 24 Maret 2019, pukul 16.00.
- Kamiana, I.M., (2018), *Hidrolika; Teknik Perhitungan pada Aliran Terbuka dan Tertutup*, Teknosain, Yogyakarta, pp. 69-113.
- Kimi, S., (2015), *Pengaruh Jenis dan Kemiringan Dasar Saluran Terhadap Nilai Koefisien C dengan Persamaan Manning Berdasarkan Hasil Uji Laboratorium*, <http://jurnal.um-palembang.ac.id/bearing/article/view/730/0>, diakses: 16 Maret 2019, pukul 11.00.
- Montjai, A.A., Rombang, J.A., Kalangi, J.I., (2015), *Analisis Koefisien Kekasaran Sungai di Sungai Sario dengan Persamaan Manning*, <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php>, diakses: 23 Maret 2019, pukul 15.16.
- Noperdie, D., Kamiana, I.M., Ariati, (2018). Perencanaan Teknis Saluran Drainase Tertutup di Sisi Kiri-Kanan Jalan pada Kawasan Permukiman (Studi Kasus Jalan Taurus Kawasan Permukiman Amaco Palangka Raya), *Proteksi*, 4, pp. 1-6.
- Novrianti, (2016), *Studi Sistem Drainase Jalan Garuda XA Kecamatan Jekan Raya Kota Palangka Raya*, <https://www.researchgate.net/.../>, diakses: 10 Februari 2019, pukul 10.00.
- Pahlevi, H., Sumono, Harahap, L.A., (2014), *Kajian Nilai Kekasaran dan Konstanta Beberapa Kondisi Saluran Tersier Pada Jaringan Irigasi Namu Sira Sira Desa Namu Ukur Utara*

- Kecamatan Sei Bingai Kabupaten Langkat*, <https://www.e-jurnal.com/2015/05/kajian-nilai-kekasaran-dan-konstanta.html>, diakses: 16 Maret 2019, pukul 12.00.
- Pallu, S., Patanduk, J., Lembang, J., (2014), *Studi Resistensi Aliran dengan Variasi Dasar Saluran Lurus*, <https://repository.unhas.ac.id>, diakses: 24 Maret 2019, pukul 11.10.
- Permen PU Nomor 14, (2014), *Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*, Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Jakarta, pp. 2-4.
- Putro, H., (2015), *Variasi Koefisien Kekasaran Manning (n) pada Flume Akrilik pada Variasi Kemiringan Saluran dan Debit Aliran*, <https://ejournal.undip.ac.id/index.php>, diakses: 23 Maret 2019, pukul 15.10.
- Rizalihadi, M., Ziana, Shaskia, N., Asharly, (2018), *The Effect of Density and Height of Vegetation in Open Channel on The Manning's Coefficient*, <https://www.researchgate.net/.../>, diakses: 24 Maret 2019, pukul 16.49.
- Sadad, I., (2018), *Evaluasi Koefisien Kekasaran Dinding Saluran Pada Saluran Kaca Menggunakan Metode Manning*, <artikel.ubl.ac.id/index.php/LIT/article/view/...>, diakses: 24 Maret 2019, pukul 17.00.
- Wibowo, H., (2018), *Aplikasi Debit Aliran Menggunakan Koefisien Dasar dengan Didasarkan Bentuk Konfigurasi Dasar Saluran*, <https://www.researchgate.net/.../>, diakses: 24 Maret 2019, pukul 12.00.
- Zulfikar, A., Suryaman, M., Musa, R., (2018), *Studi Koefisien Kekasaran Saluran PDAM Antang Dengan Menggunakan Persamaan Manning*, [www.jurnal.ft.umi.ac.id/.../JILMATEKS/...](http://www.jurnal.ft.umi.ac.id/.../JILMATEKS/...), diakses: 24 Maret 2019, pukul 12.00.