

# PENGENDALIAN BANJIR MELALUI SUMUR RESAPAN

Wayan Mundra<sup>1)</sup>, Lies Kurniawati Wulandari<sup>2)</sup>, Sentot Ahmadi<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Department of Civil Engineering, National Institute of Technology (ITN), Malang, Indonesia-65152  
E-mail : [wmundra@yahoo.com](mailto:wmundra@yahoo.com)

## ABSTRAK

Abstrak, Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi penyebab banjir dan mengendalikan banjir melalui sumur resapan. Lahan yang dulunya resapan air berubah menjadi daerah pemukiman atau pusat kegiatan lainnya. Hal itu yang menyebabkan perubahan tata guna lahan. Sumur resapan dapat menampung, menyimpan, dan menambah cadangan air tanah serta dapat mengurangi limpasan air hujan ke saluran pembuangan di sekitar lokasi tersebut.

Metode yang digunakan adalah pengambilan Data Hidrologi, Data Kemiringan Lahan, Data Tata Guna Lahan, Data Jumlah Penduduk, Data Sistem Drainase Eksisting, Pengolahan data berdasarkan data-data yang diperoleh mengenai data jaringan drainase, data curah hujan, dan peta guna lahan maka langkah-langkah pengolahan datanya adalah sebagai berikut: a. Perhitungan curah hujan rata-rata dengan mencari curah hujan maksimum di setiap tahunnya. b. Perhitungan curah hujan rancangan menggunakan metode Log Pearson III dengan pertimbangan metode ini dapat digunakan untuk berbagai sebaran data. Untuk pengujian kesesuaian distribusi menggunakan Uji Smirnov Kolmogorov dan Uji Chi Square. c. Perhitungan luas daerah pengaliran menggunakan data jaringan drainase yang ada, sehingga dapat diketahui luas daerah yang memengaruhi pengaliran pada suatu saluran.

Hasil dari penelitian ini adalah Debit saluran eksisting rata-rata terdapat 0,227 m<sup>3</sup> /detik,. 2. Debit rancangan rata-rata periode ulang 10 tahun pada saluran sebesar 0,168 m<sup>3</sup> /detik, 3. Hasil hitung sumur resapan yang dibutuhkan untuk mengatasi upaya pengendalian banjir adalah ukuran diameter sumur resapan 0,8 m dan kedalaman 2,1 m. Debit air yang masuk sumur resapan ada sebesar 0,436 m<sup>3</sup> /detik pada tipe rumah 45/96; 0,511 m<sup>3</sup> /detik pada tipe rumah 54/120; dan 0,629 m<sup>3</sup> /detik pada tipe rumah 70/150. 4. Besarnya debit setelah ada sumur resapan adalah 0,285 m<sup>3</sup> /detik sehingga terjadi pengurangan debit sebesar 34,6 % pada tipe rumah 45/96; 44,2 % pada tipe rumah 54/120; dan 54,7 pada tipe rumah 70/150. Maka dari hasil analisa ini diharapkan melalui sumur resapan dapat mengatasi upaya pengendalian banjir.

**Kata kunci** : Pengendalian banjir, Sumur resapan

## PENDAHULUAN

Kota Malang adalah salah satu kota besar di Provinsi Jawa Timur yang mengalami perkembangan yang cukup pesat. Menurut RTRW Kota Malang Tahun 2010-2030, Kota Malang memiliki permasalahan dalam alih fungsi lahan yang terjadi secara cepat dan tidak sesuai dengan fungsi yang ditetapkan. Banyak terjadi fungsi ruang/lahan secara ilegal pada bantaran sungai atau rel kereta, yang berpotensi dikembangkan sebagai jalur hijau atau ruang terbuka hijau. Menurut Suhardjono 2015, berkembangnya suatu kawasan perkotaan, selalu diikuti dengan berkurangnya daerah resapan air hujan. Kondisi ini akan meningkatkan volume air permukaan yang masuk ke dalam saluran drainase. Akibatnya, akumulasi air hujan membesar dan menyebabkan terlampauinya kapasitas sistem drainase yang ada, selanjutnya menimbulkan banjir (Sari et al., 2018)

Menurut Kusnadi 1995, sumur resapan berfungsi sebagai pengendali banjir dikarenakan sumur resapan mampu memperkecil aliran permukaan sehingga terhindar dari

penggenangan aliran permukaan secara berlebihan yang menyebabkan banjir (Jefri & Tara, 2015). Manfaat sumur resapan antara lain dapat menampung dan menahan air hujan baik yang melalui atap rumah tangga yang langsung ke tanah sehingga tidak langsung keluar dari perkarangan rumah tangga mengisi kembali air tanah dangkal sebagai sumber air bersih (Damayanti, 2011)

## METODE

Pengumpulan Data Data yang diperlukan untuk studi penelitian ini yaitu: a. Data Hidrologi Pengambilan data hidrologi yaitu berupa data curah hujan di tiga stasiun hujan terdekat yaitu Stasiun Ciliwung, Stasiun Kedungkandang, dan Stasiun Sukun. Data tersebut dapat diperoleh dari BMKG Karangploso Kabupaten Malang dari tahun 2010-2019. b. Data Kemiringan Lahan Data kemiringan lahan ini berupa peta yang menggambarkan kemiringan lahan Data tersebut dapat diperoleh dari peta RBI, Geoportal Provinsi Jawa Timur dan lapakgis Kota Malang. c. Data

Tata Guna Lahan Data tata guna lahan ini berupa peta yang berisi tentang hasil dari penilaian terhadap sebuah lahan dengan melihat potensinya di mana faktor-faktor seperti kondisi biofisik, ekonomi, dan sosial menjadi dasar untuk perencanaan lahan dalam rangka untuk mencapai kelestarian lingkungan dan meningkatkan produktivitas. Peta ini bisa berisi sebuah rencana ke depan atau bisa jadi peta terhadap kondisi yang ada sekarang. Data ini dapat diperoleh dari instansi terkait yaitu BAPPEDA Kota Malang. d. Data Jumlah Penduduk Data jumlah penduduk diperoleh untuk website BPS Kota Malang yang di mana hanya mengambil data jumlah penduduk Kelurahan Mojolangu dari tahun 2015-2019. e. Data Sistem Drainase Eksisting Perlu adanya penelitian dari survei suatu sistem drainase yang sudah ada pada wilayah yang ditinjau. Dengan ini bisa didapat data yang bisa diperoleh yaitu: batas daerah layanan saluran drainase dan dimensi saluran eksisting 35 3.2 Pengolahan data Berdasarkan data-data yang diperoleh mengenai data jaringan drainase, data curah hujan, dan peta guna lahan maka langkah-langkah pengolahan datanya adalah sebagai berikut: a. Perhitungan curah hujan rata-rata dengan mencari curah hujan maksimum di setiap tahunnya. b. Perhitungan curah hujan rancangan menggunakan metode Log Pearson III dengan pertimbangan metode ini dapat digunakan untuk berbagai sebaran data. Untuk pengujian kesesuaian distribusi menggunakan Uji Smirnov Kolmogorov dan Uji Chi Square. c. Perhitungan luas daerah pengaliran menggunakan data jaringan drainase yang ada, sehingga dapat diketahui luas daerah yang memengaruhi pengaliran pada suatu saluran. d. Perhitungan intensitas hujan menggunakan curah hujan rancangan yang sudah didapatkan dengan metode Log Pearson III. Besarnya intensitas hujan ini dipengaruhi oleh lamanya curah hujan. e. Perhitungan koefisien pengaliran berdasarkan peta guna lahan. f. Perhitungan debit air hujan dengan menggunakan rumus nasional, di mana data yang dibutuhkan untuk rumus nasional adalah luas daerah pengaliran (A), koefisien pengaliran (C), dan intensitas hujan (I). g. Perhitungan debit air kotor dihitung dengan mengalikan kebutuhan air bersih dengan jumlah orang/penduduk yang berada pada luas daerah alirannya masing-masing, di mana jumlah orang /penduduk dihitung dengan 3 metode yaitu, metode eksponensial, aritmatik dan geometri. h. Perhitungan debit banjir rancangan dengan menjumlahkan debit air hujan dengan debit air kotor. i. Perhitungan kapasitas saluran drainase didapatkan dari dimensi saluran drainase eksisting. j. Perhitungan dimensi sumur resapan didapatkan dari formula Sunjoto. k. Perhitungan dan penentuan sumur resapan air hujan berdasarkan SNI 03- 2543-2002.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

▪ Curah hujan rancangan bagi setiap tingkat probabilitas Untuk mendapatkan harga  $X_T$  (hujan rancangan), maka harga  $K$  diberi nilai sesuai dengan harga  $C_s$  (koefisien skewness) dan kala ulang, dari harga tersebut dapat ditarik suatu garis lurus.  $\log X_T = \log \bar{X} + G \cdot S$

Hujan rancangan 2 tahun,  $\log X_2 = 2,678 + 0,005 \cdot 0,055 = 2,678$   
 $X_2 = 102,678 = 476,688$

Hujan rancangan 5 tahun  $\log X_5 = 2,678 + 0,788 \cdot 0,055 = 2,721$   
 $X_5 = 102,721 = 526,429$

Hujan rancangan 10 tahun,  $\log X_{10} = 2,678 + 1,381 \cdot 0,055 = 2,754$   
 $X_{10} = 102,754 = 567,486$

Hujan rancangan 25 tahun  $\log X_{25} = 2,678 + 2,337 \cdot 0,055 = 2,807$   
 $X_{25} = 102,807 = 640,523$

Hasil dari metode distribusi metode log pearson III harus diuji validitas terlebih dahulu sebelum digunakan dalam perhitungan debit banjir rancangan. Uji ini menggunakan uji kesesuaian distribusi Smirnov Kolmogorov dan Chi Square. Berikut contoh perhitungan dan keterangan dari masing-masing perhitungan tersebut: 1. Uji Smirnov Kolmogorov pada Log Pearson III Prosedur perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov adalah. a. Data diurutkan dari kecil ke besar Menghitung peluang empiris dengan memasukkan nomor urut data mulai dari data terkecil sampai dengan data terbesar dengan persamaan:  $P_{Xi} = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{10+1} = 0,0909$  di mana :  $P_{Xi}$  = posisi data  $X$  menurut data pengamatan  $m$  = nomor urut data  $n$  = banyaknya data b. Menghitung  $f(t)$  dengan rumus :  $\log X_i - \log X_{sd} = 2,600 - 2,678$   
 $0,055 = -0,078$   
 $0,055 = -1,420$  c. Menghitung  $P'_{Xi}$  dengan rumus interpolasi d. Simpangan Hitung ( $\Delta P_{maks}$ ) dengan rumus :  $\Delta P_{maks} = |\Delta P| = |(P_{Xi} - P'_{Xi})| = 0,0909 - 1,1471 = 0,01143$  e. Menentukan nilai  $\Delta cr(n) = 10$  dan  $(\alpha) = 0,05$ , maka harga  $\Delta cr = 0,41$  f. Menyimpulkan hasil perhitungan yaitu  $\Delta < \Delta cr$  maka distribusi terpenuhi dan apabila  $\Delta > \Delta cr$  maka distribusi tidak terpenuhi.

Berdasarkan dari tabel perhitungan di atas,  $\Delta P_{maks} = 0,171$   $\Delta P_{maks} = 0,171 < \Delta cr = 0,41$ , maka uji Smirnov Kolmogorov pada Log Pearson III dapat diterima.

Dalam perencanaan kebutuhan air bersih penduduk 10 tahun ke depan dibutuhkan data penduduk 10 tahun yang akan datang. Proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2021 dan tahun yang akan datang ( $P_n$ ) dengan menggunakan rumus metode geometrik. Contoh perhitungan proyeksi penduduk Kelurahan Mojolangu tahun 2020 dan tahun 2029 : ▪ Jumlah penduduk akhir tahun ( $P_o$ ) = 25360 ▪ Angka laju pertumbuhan penduduk = 3,9821 % ▪ Jangka waktu tahun data = 1 dan 10 tahun Penyelesaian : 1. Untuk tahun 2020  $P_n = P_o (1+r)^n = 25360 (1+3,9821 \%)^1 = 26369,86$  jiwa 2. Untuk tahun 2029  $P_n = P_o (1+r)^n = 25360 (1+3,9821 \%)^{10} = 263698,6$  jiwa

Menentukan Koefisien Pengaliran Untuk menghitung nilai koefisien pengaliran (C) harus dihitung nilai rata-rata dari koefisien pengaliran berdasarkan luas daerah tata guna lahan suatu daerah (lihat gambar 4.1). Pada daerah studi ada 2 jenis penggunaan lahan, yaitu perumahan dan jalan. Dari hasil analisis dengan menggunakan persamaan (2.15) maka nilai rata-rata koefisien pengaliran dapat diketahui. Maka dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:  $C = \frac{\sum A_i n_i}{\sum A_i}$ . Berikut contoh perhitungan menentukan nilai koefisien pengaliran berdasarkan rumus di atas:  $C_{gabA} = 0,089 \times 0,7 + 0,089 \times 0,9 = 0,089 + 0,089 = 0,230$

Debit Air Hujan Jika semua parameter yang diperlukan untuk menghitung besarnya debit air hujan sudah diketahui maka dengan menggunakan persamaan (2.14) dapat dihitung besarnya debit air hujan pada saluran drainase.  $Q = 0,278 \times C \times I \times A = 0,278 \times 0,230 \times 17,346 \times 0,089 = 0,098 \text{ m}^3/\text{detik}$

Debit Air Kotor Perhitungan debit air kotor didasarkan dengan asumsi bahwa jumlah air yang dibutuhkan adalah 100 liter/orang/hari untuk daerah perkotaan dengan jumlah buangan adalah 80% dari kebutuhan air. Berikut contoh perhitungan berdasarkan persamaan 2.18 sebagai berikut.  $Q = Pn \times q \times A = 2130 \times 9,3 \times 10^{-4} \times 0,089 = 0,022 \text{ m}^3/\text{detik/ha}$ .

Debit Rancangan Untuk menentukan debit banjir rancangan ( $Q_{ranc}$ ) atau kapasitas saluran drainase harus dihitung terlebih dahulu jumlah air hujan ( $Q_{ah}$ ) dan jumlah air rumah tangga ( $Q_{ak}$ ) yang akan melewati saluran drainase dalam daerah perencanaan.  $Q_{total} = Q_{ah} + Q_{ak} = 0,098 + 0,022 = 0,121 \text{ m}^3/\text{detik}$

Analisis Hidrolika Saluran Terbuka Analisis hidrolika dilakukan untuk mengetahui sistem drainase yang direncanakan sesuai dengan persyaratan. Analisis ini di antaranya perhitungan kapasitas saluran dengan data eksisting saluran.

▪ Saluran A

1.  $A = b \times h = 0,34 \times 0,33 = 0,112 \text{ m}^2$
2.  $P = b + 2 \times h = 0,34 + 2 \times 0,33 = 1,0 \text{ m}$
3.  $R = \frac{A}{P} = \frac{0,112}{1,0} = 0,112 \text{ m}$
4.  $v = 1,49 \times R^{0,63} \times S^{0,5} = 1,49 \times 0,112^{0,63} \times 0,0054^{0,5} = 0,075 \text{ m/s}$
5.  $w = \sqrt{0,5 \times h} = \sqrt{0,5 \times 0,33} = 0,406 \text{ m}$
6.  $Q = A \times V = 0,112 \times 0,075 = 0,084 \text{ m}^3$

Perencanaan Sumur Resapan

Debit air yang masuk sumur resapan Debit air masuk sumur resapan memperhitungkan luas areal rumah maupun atap rumah. Berikut contoh perhitungan debit air masuk sumur resapan untuk contoh rumah tipe 45/96 m<sup>2</sup> sebagai berikut. a. Data-data perhitungan Luas atap = 91,56 m<sup>2</sup> Luas halaman = 4,44 m<sup>2</sup> Koefisien pengaliran (Catap) = 0,95 Intensitas hujan = 178,812 mm/jam b. Debit air yang masuk sumur resapan A = 96 m<sup>2</sup>

$C = (Catap \times luas \text{ atap}) + (Chalaman \times luas \text{ halaman}) / luas \text{ total} = (0,95 \times 91,56) + (0,15 \times 4,44) / 96 = 0,913$

$Q = 0,278 \times C \times I \times A = 0,278 \times 0,913 \times 178,812 \times 96 \times 10^{-4} = 0,436 \text{ m}^3/\text{detik}$  Untuk perhitungan debit masuk sumur resapan.

perhitungan dimensi sumur resapan untuk tipe 45/96 m<sup>2</sup> dengan diameter 0,8 m di Perumahan Griya Shanta. o Debit air hujan = 0,436 (m<sup>3</sup>/detik) o Permeabilitas tanah = 0,864.10<sup>-5</sup> m/detik o Waktu pengaliran = 3600 detik o Jari-jari sumur resapan = 0,4 meter o Faktor geometrik = 5,5. R = 2,2 meter o Luas penampang sumur = P x L = 1,68 m<sup>2</sup> o Luas tadah hujan = 96 m<sup>2</sup>

Analisis Kedalaman Sumur Resapan  $H = Qi \cdot f \cdot k [1 - \exp -f \cdot k \cdot t \cdot \pi \cdot R^2]$   $H = 0,436 \cdot 2,2 \times 0,864 \cdot 10^{-5} [1 - \exp -2,2 \times 0,864 \cdot 10^{-5} \times 3600 \cdot 3,14 \times 0,4^2]$  = 2,1 m

▪ Sumur Resapan dengan Penampang Persegi Perhitungan volume andil banjir sumur resapan  $V_{ab} = 0,855 \times C_{tadah} \times A_{tadah} \times R = 0,855 \times 0,913 \times 96 \times 567,486 = 4,253 \text{ m}^3$  Waktu volume air hujan yang meresap.  $t_e = 0,9 \times R_{0,92} / 60$   $t_e = 0,9 \times (567,486)^{0,92} / 60$   $t_e = 5,125 \text{ jam}$  Jadi waktu volume air hujan yang meresap ke dalam tanah adalah 5,125 jam. Perhitungan Atotal sumur: Asumur = luas dinding + luas alas Asumur =  $(4 \times L \times h) + (L)^2$  Asumur =  $(4 \times 0,8 \times 2,1) + (0,8)^2$  Asumur = 7,36 m<sup>2</sup> Jadi luas total Asumur adalah 7,36 m<sup>2</sup>

▪ Analisis Volume Air yang Meresap

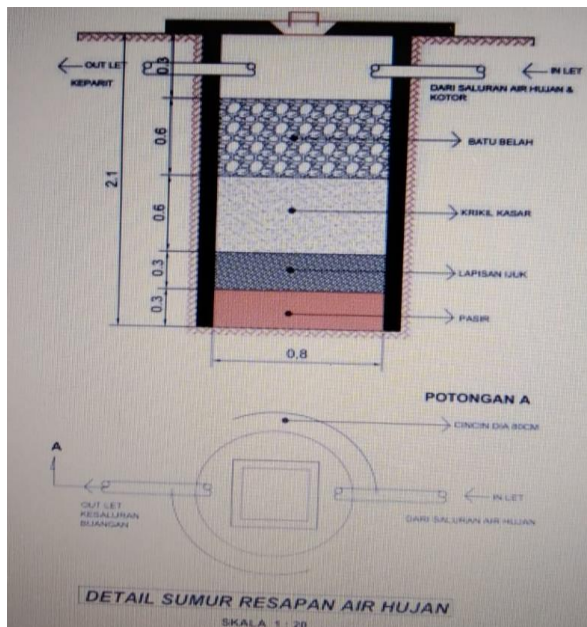
Semua hasil perhitungan yang telah dicari, didistribusikan ke dalam rumus:  $V_{rsp} = t_e / 24 \times A_{total} \text{ sumur} \times k$   $V_{rsp} = 5,125 / 24 \times 7,36 \times 0,864$   $V_{rsp} = 1,358 \text{ m}^3$  Jadi untuk volume air hujan yang meresap pada sumur resapan adalah 1,358 m<sup>3</sup>

Analisis Volume Penampung Air Hujan Untuk volume penampungan (storasi) air hujan, digunakan rumus:  $V_{storasi} = V_{ab} - V_{rsp} = 4,253 - 1,358 = 2,895 \text{ m}^3$  Jadi untuk volume penampungan air hujan adalah 2,895 m<sup>3</sup>

▪ Besarnya Debit Setelah Ada Sumur Resapan Luas area = 19494 m<sup>2</sup> dengan 2130 jiwa Luas area per jiwa = 19494 / 2130 = 9,152 dibulatkan 9 m<sup>2</sup> Dengan komposisi : Perumahan = 80% x 9 m<sup>2</sup> = 7,2 m<sup>2</sup> C = 0,7 Jalan Aspal = 20% x 9 m<sup>2</sup> = 1,8 m<sup>2</sup> C = 0,9 Maka koefisien pengalirannya adalah 0,8  $Q_{h10} = 0,278 \times C \times I \times A = 0,278 \times 0,8 \times 178,812 \times (20\% \text{ dari } 19494) = 0,285 \text{ m}^3/\text{detik}$  Jadi pengurangan debit sebesar 0,436 - 0,285 = 0,151 Atau = 0,151 / 0,436 = 0,346 = 0,346 x 100 % = 34,6 % 63 Untuk perhitungan tipe rumah yang lain telah dirangkum dalam Tabel 4.19 Tabel 4. 19 Dimensi Sumur Resapan Metode Sunjoto untuk Semua Tipe Rumah Tipe Rumah Q (m<sup>3</sup>/detik).

## Pembahasan

Berdasarkan kondisi eksisting yang diperoleh di Perumahan Griya Shanta Kota Malang didapat dari perhitungan curah hujan rata-rata maksimum tahun 2010-2019, yang mana curah hujan maksimum tertinggi pada 2019 sebesar 546,7 mm sehingga dari jumlah rerata curah hujan tersebut memengaruhi kapasitas saluran. Saluran yang dikategorikan tidak aman ialah A, C, E, P, Z, dan AB, hal itu dikarenakan tingginya curah hujan yang tidak dapat ditampung oleh saluran tersebut. Maka direncanakan pembuatan sumur resapan. Dari hasil perencanaan di daerah studi diperoleh ukuran sumur resapan diameter 0,8 meter dan kedalaman 2,1 meter sehingga dapat disajikan dengan gambar desain sebagai berikut :



Gambar : Sumur Resapan

## KESIMPULAN

Sebagai salah satu upaya pengendalian banjir dengan cara menampung, menyimpan, dan menambah cadangan air tanah serta dapat mengurangi limpasan air hujan ke saluran pembuangan di sekitar lokasi, sehingga dari hal tersebut maka diperoleh hasil analisa

- antara lain :
1. Debit saluran eksisting rata-rata sebesar 0,227 m<sup>3</sup> /detik,.
  2. Debit rancangan rata-rata periode ulang 10 tahun pada saluran sebesar 0,168 m<sup>3</sup> /detik,
  3. Hasil hitung sumur resapan yang dibutuhkan untuk mengatasi upaya pengendalian banjir adalah ukuran diameter sumur resapan 0,8 m dan kedalaman 2,1 m. Debit air yang masuk sumur resapan ada sebesar 0,436 m<sup>3</sup> /detik pada tipe rumah 45/96; 0,511 m<sup>3</sup> /detik pada tipe rumah 54/120; dan 0,629 m<sup>3</sup> /detik pada tipe rumah 70/150.
  4. Besarnya debit setelah ada sumur resapan adalah 0,285 m<sup>3</sup> /detik sehingga terjadi pengurangan debit sebesar 34,6 % pada tipe rumah 45/96; 44,2 % pada tipe rumah 54/120; dan 54,7 pada tipe rumah 70/150. Maka dari hasil analisa ini diharapkan melalui sumur resapan dapat mengatasi upaya pengendalian banjir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dwijaya, A. (2018). Evaluasi Drainase Perkotaan dengan Metode Heclas di Kota Nanga Bulik, Lamandau Propinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 2(2), 104–115. <http://www.riset.unisma.ac.id/index.php/ft/article/view/1693>.
- MT, D. I. K. (2019). Sistem Drainase Perkotaan Pada Kawasan Pertanian, Urban, dan Pesisir. In *Africa's potential for the ecological intensification of agriculture*.
- Nggadas, R. (2015). PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH UNTUK MELAYANI DAERAH KECAMATAN MAMBORO KABUPATEN SUMBA TENGAH. Paper Knowledge. Toward a Media History of Documents.
- Setiawan, E. B., & Surbakti, S. (2018). Kajian sistem drainase sumur resapan air hujan kecamatan jatikalen kabupaten nganjuk. *Sondir*, 1,33 –41. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/sondir/article/view/2577>
- Vinet, L., & Zhedanov, A. (2011). A “missing” family of classical orthogonal polynomials. In *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* (Vol. 44, Issue 8). <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>