

STRATEGI PENGENDALIAN BANJIR DI KAWASAN PERMUKIMAN PADAT

Kustamar¹⁾, Edi Hargono²⁾ dan Bagus Subakti³⁾

^{1, 2)} Teknik Sumberdaya Air/ Teknik Sipil S-1 ITN Malang

³⁾Perencanaan Wilayah Kota, ITN Malang

Email: kustamar@Lecturer@itn.ac.id

Abstrak

Perubahan penggunaan lahan dari sawah irigasi menjadi kawasan permukiman terus berlangsung. Berkurangnya luas kawasan terbuka mengurangi kapasitas resapan air hujan, sehingga debit air limpasan permukaan semakin meningkat pula. Pada umumnya perubahan fungsi kawasan tersebut tidak disertai dengan menataan saluran air serta koreksi terhadap elevasi dan kemiringan dasar saluran, terkait dengan perubahan fungsi dari saluran irigasi menjadi saluran drainase. Dampak dari kemiringan dasar saluran yang tidak dikoreksi ialah terjadinya sedimentasi dan penumpukan sampah. Sedangkan dampak dari elevasi dasar saluran yang tidak dikoreksi ialah sulitnya air hujan di badan jalan masuk ke dalam saluran. Seiring dengan pembangunan perumahan, saluran drainase dalam kawasan permukiman mayoritas dibuat dengan konstruksi dinding dan tutup saluran yang permanen. Hal ini menjadi pemicu timbulnya banjir di kawasan permukiman yang sulit diatasi. Dengan demikian maka pengendalian banjir hanya dapat dilakukan dengan pembersihan sedimen serta sampah, dan pengurangan beban debit air (limpasan permukaan) yang harus dialirkan. Konsep pemecahan masalah disusun menjadi tiga model strategi, yaitu: a). Strategi Pengendalian Sedimen; b). Strategi Pengendalian sampah; c). Strategi Pengurangan Debit Limpasan Permukaan. Uji penerapan strategi dilakukan di Kawasan RW 05 Kelurahan pandanwangi Kota Malang. Hasil pengamatan dan analisa menunjukkan bahwa lokasi yang paling rawan banjir ialah saluran paling hilir, yaitu di jalan Raya Simpang Sulfat Utara, antara Gang VII hingga Gang IX. Terdapat dua penyebab timbulnya banjir, yaitu: saluran hanya dapat menampung 75% banjir debit dengan kala ulang 5 tahun. Pengamatan di lapangan menunjukkan hasil yang sama, yaitu setiap hujan deras elevasi muka air hampir mendekati ketinggian maksimal. Banjir yang terjadi setiap tahun lebih sering dipicu adanya sumbatan sampah di saluran yang didesain ditutup karena bagian atasnya digunakan sebagai sarana pejalan kaki. Uji kesesuaian ke 3 strategi mendapatkan hasil sebagai berikut:1). Strategi Pengendalian sedimen dengan pembersihan saluran sangat mudah dipahami masyarakat, biaya yang diperlukan relative rendah sehingga cukup efektif; 2).Strategi Pengendalian sampah dengan pemasangan saringan di setiap perbatasan wilayah administrasi Rukun Tetangga (RT) sulit dipahami masyarakat, walaupun dengan biaya murah namun beresiko tinggi sehingga kurang mendapat dukungan masyarakat; 3).Strategi Pengurangan Debit Limpasan Permukaan dengan pembuatan sumur resapan komunal mudah dipahami masyarakat, namun memerlukan biaya yang cukup tinggi.

Kata-Kata Kunci: Banjir, Sampah, Permukiman Padat

I. Pendahuluan

Perubahan penggunaan lahan dari sawah irigasi menjadi kawasan permukiman terus terjadi. Berkurangnya luas kawasan terbuka mengurangi kapasitas resapan air hujan, sehingga terjadi peningkatan debit air limpasan permukaan.

Pada umumnya perubahan fungsi kawasan tersebut tidak disertai dengan menataan saluran air, terutama terkait dengan perubahan fungsi dari saluran irigasi menjadi saluran drainase.

Saluran irigasi didesain memiliki elevasi dasar saluran yang cukup tinggi, agar elevasi muka airnya berada 30 cm di atas permukaan lahan. Sedangkan pada saluran drainase, elevasi muka air harus diposisikan di bawah elevasi permukaan lahan. Saluran drainase dalam kawasan permukiman mayoritas terbuat dari konstruksi yang permanen, disertai tutup untuk sarana pejalan kaki. Hal-hal inilah yang menyebabkan banjir di kawasan permukiman sulit dihindari.

Selain hal tersebut, upaya peningkatan dimensi saluran juga terkendala dengan sempitnya lahan.

Dengan demikian maka pengendalian banjir sebaiknya difokuskan pada upaya pengurangan beban debit air yang harus dialirkan.

Upaya pengurangan debit limpasan permukaan dapat dilakukan dengan pemanfaatan sumur resapan. Kustamar (2011) merekomendasikan penggunaan sumur resapan cantik pada kawasan permukiman padat. Upaya peningkatan kapasitas sumur juga dapat dilakukan dengan pembuatan sumur resapan yang terhubung dengan lapisan akuifer (Kustamar, 2014). Untuk meningkatkan efektifitas penggunaan sumur diperlukan identifikasi lokasi yang tepat.

Upaya pengendalian sampah dapat dilakukan dengan pilihan: (a), Mengendalikan dari sumbernya, (b). Memungut sampah yang sudah terbuang di saluran, dan (c).Kombinasi keduanya. Pilihan (a) merupakan upaya yang paling murah dan efektif, namun memerlukan upaya penggalangan dukungan masyarakat yang menerus. Upaya (b) menjadi pilihan kedua, namun harus disertai adanya alokasi dana untuk ongkos pungut sampah yang cukup besar. Upaya (c) terpaksa dilakukan manakala alur sungai cukup panjang sehingga sulit

mengkondisikan keterlibatan warga dalam jumlah yang besar dan sebaran yang luas.

Berdasarkan pengamatan di lapangan dan hasil wawancara dengan warga, dapat disimpulkan bahwa:

1. Permasalahan banjir dan sampah sulit diatasi karena air banjir dan sampah yang terbawa berasal dari kawasan permukiman yang berlainan wilayah administrasi desanya.
2. Sebagian saluran drainase merupakan alih fungsi dari saluran irigasi, sehingga perlu perbaikan yang mendasar dan memerlukan biaya yang tinggi.
3. Sebagian saluran telah terbuat dari bangunan yang permanen dan dalam kondisi yang cukup baik, sehingga tidak mudah jika dilakukan perubahan desain.
4. Sempitnya lahan menjadi kendala utama jika dilakukan pelebaran saluran.
5. Belum ada rencana desain saluran dari dinas terkait, yang dapat digunakan sebagai pedoman.

II. Tinjauan Pustaka

2.1. Strategi Pengendalian Banjir

Berbagai upaya pengendalian banjir dapat disusun, sesuai dengan inti permasalahannya. Pada prinsipnya, pengendalian banjir dilakukan dengan pengurangan debit yang harus dialirkan dan meningkatkan kapasitas sungai penyalurnya. Pengurangan debit dilakukan dengan membuat tampungan, baik yang di bawah maupun atas permukaan. Peningkatan kapasitas alur dilakukan dengan “normalisasi sungai”.

Paduan antara konservasi vegetatif, mekanis, dan konstruktif pada umumnya sangat efektif dalam mengendalikan banjir. Kegiatan konservasi sumber daya air akan efektif jika berbasis partisipasi masyarakat.

2.2. Sumur Resapan SNI

Sumur resapan merupakan konstruksi bangunan yang dibuat untuk menampung dan meresapkan air hujan ke dalam tanah. Dengan demikian sumur resapan juga berguna untuk:

1. Menyimpan kelebihan air permukaan ke dalam tanah.
2. Memperbaiki kualitas air tanah lokal melalui pencampuran dengan pengisian air tanah yang berasal dari air hujan.
3. Pembentukan tabir tekanan untuk mencegah intrusi air asin.
4. Meningkatkan produksi air tanah, baik untuk air minum maupun kebutuhan lainnya.
5. Pengurangan biaya operasi pompa dengan meningginya muka air tanah.
6. Mencegah terjadinya penurunan muka tanah.

Pembuatan konstruksi sumur resapan dimulai dengan menggali lubang vertikal pada permukaan tanah sehingga terbentuk suatu sarana tampungan

air dalam tanah. Dinding pembentuk sumur dibuat porus agar dapat meresapkan air hujan yang telah tertampung. Dengan demikian kinerja sumur resapan tergantung dari dimensi lubang dan porositas media tanahnya.

Beberapa persyaratan umum dan tata cara perencanaan sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan yang harus dipenuhi berdasarkan Standard Nasional Indonesia (SNI) ialah:

1. Sumur resapan harus berada pada lahan yang datar, tidak pada tanah berlereng, curam atau labil.
2. Sumur resapan harus dijauhkan dari tempat penimbunan sampah, jauh dari septic tank (minimum lima meter diukur dari tepi), dan berjarak minimum satu meter dari fondasi bangunan.
3. Penggalan sumur resapan bisa sampai tanah berpasir atau maksimal dua meter di bawah permukaan air tanah. Kedalaman muka air (water table) tanah minimum 1,50 meter pada musim hujan.
4. Struktur tanah harus mempunyai permeabilitas tanah (kemampuan tanah menyerap air) lebih besar atau sama dengan 2,0 cm per jam (artinya, genangan air setinggi 2 cm akan teresap habis dalam 1 jam), dengan tiga klasifikasi, yaitu : (a) Permeabilitas sedang, yaitu 2,0-3,6 cm per jam. (b) Permeabilitas tanah agak cepat (pasir halus), yaitu 3,6-36 cm per jam. (c) Permeabilitas tanah cepat (pasir kasar), yaitu lebih besar dari 36 cm per jam.

Spesifikasi teknis Sumur Resapan Sumur resapan ialah sebagai berikut :

1. Penutup Sumur

Untuk penutup sumur dapat dipilih beragam bahan di antaranya : (a) Pelat beton bertulang tebal 10 cm dicampur dengan satu bagian semen, dua bagian pasir, dan tiga bagian kerikil. (b) Pelat beton tidak bertulang tebal 10 cm dengan campuran perbandingan yang sama, berbentuk cubung dan tidak diberi beban di atasnya atau, (c) Ferocement (setebal 10 cm).

2. Dinding Sumur

Dinding sumur bagian atas dan bawah dapat digunakan bis beton, atau dinding sumur bagian atas dapat menggunakan batu bata merah, batako, campuran satu bagian semen, empat bagian pasir, diplester dan dikasi semen.

3. Pengisi Sumur

Pengisi sumur dapat berupa batu pecah ukuran 10-20 cm, pecahan bata merah ukuran 5-10 cm, ijuk, serta arang. Pecahan batu tersebut disusun berongga.

4. Saluran air hujan

Dapat digunakan pipa PVC berdiameter 110 mm, pipa beton berdiameter 200 mm, dan pipa beton setengah lingkaran berdiameter 200 mm. Satu hal yang penting, setelah sumur resapan dibuat, jangan lupa perawatan. Cukup dengan

memeriksa sumur resapan setiap menjelang musim hujan atau, paling tidak, tiga tahun sekali.

2.3. Sumur Resapan Cantik

Kustamar (2011) mengembangkan model sumur resapan yang cocok untuk dibuat pada kawasan permukiman padat. Banjir dan genangan seringkali mengganggu aktifitas suatu kawasan. Kawasan permukiman padat pada umumnya memiliki daya resap air hujan yang rendah, sehingga cocok dibuat sumur resapan. Keterbatasan luas lahan untuk membuat sumur resapan disiasati dengan penggunaan Sumur Resapan Cantik (SRC).

SRC merupakan modifikasi dari sumur resapan konvensional dengan tujuan mendapatkan sumur resapan yang secara hidrologis dapat berfungsi dengan baik, bisa tampil di tempat terbuka, serta murah dan mudah dilaksanakan.

2.4. Teknis Analisa Curah Hujan

Curah hujan rancangan untuk periode ulang tertentu secara statistik dapat diperkirakan berdasarkan seri data curah hujan harian maksimum tahunan (*maximum annual series*) jangka panjang dengan analisis distribusi frekuensi. Curah hujan rancangan/desain ini biasanya dihitung untuk periode ulang 2, 5, 10, 20 atau 25, 50, 100, 200 tahun.

Untuk mencari distribusi yang cocok dengan data yang tersedia dari pos-pos penakar hujan yang ada di sekitar lokasi pekerjaan perlu dilakukan Analisis Frekuensi. Analisis frekuensi dapat dilakukan dengan seri data hujan maupun data debit. Jenis distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam hidrologi adalah distribusi Log Pearson type III dan Gumbel.

2.5. Debit Banjir

Metode Rational ini digunakan dengan anggapan bahwa DPS memiliki :

1. Intensitas curah hujan merata diseluruh DPS dengan durasi tertentu.
2. Lamanya curah hujan = waktu konsentrasi dari DPS.
3. Puncak banjir dan intensitas curah hujan mempunyai tahun berulang yang
4. sama.
5. Luas DAS < 300 km²

Rumus yang digunakan :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Di mana :

Q = debit maksimum (m³/det)

C = koefisien limpasan air hujan

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km²)

III. Metodologi

Rangkaian kegiatan dalam penelitian ini dilakukan dengan tahapan dan metode sebagai berikut:

Pengumpulan Data

Pengumpulan data secara langsung meliputi:

1. Survei dan Identifikasi daerah genangan dan penyebabnya. Survei ini meliputi survei identifikasi daerah genangan, pengukuran topografi, potongan memanjang dan melintang.
2. Melakukan Survei inventarisasi kondisi drainase existing dengan melakukan cek elevasi dengan alat tertentu. Adapun yang diinventarisasi diantaranya adalah: lebar saluran, tinggi saluran, bentuk saluran, panjang saluran, kemiringan saluran, arah aliran air.

Teknis Analisa Data

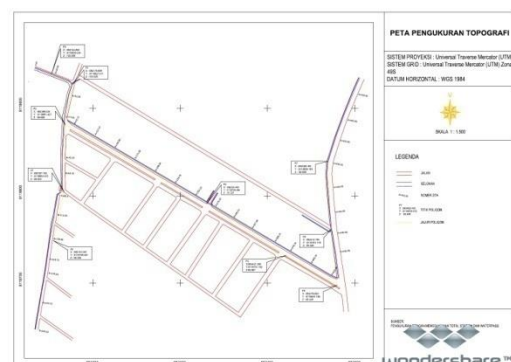
Debit banjir dihitung berdasarkan metode Rational. Kapasitas saluran dihitung berdasarkan dua kondisi, yaitu saluran dengan kondisi nyata saat ini (dengan sedimen) dan saluran dengan asumsi sudah dilakukan pengerukan (tanpa sedimen). Hal ini dimaksudkan untuk menjawab rekomendasi penanganan selanjutnya jika sebuah saluran secara fisik masih dalam keadaan baik, namun sudah terisi banyak sedimen.

IV. Hasil dan Pembahasan

Data yang dikumpulkan dalam kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini meliputi:

1. Data yang diperoleh secara skunder yaitu: (a). data hujan, (b). Peta Batas Administrasi, (c). Peta Topografi, (d). Peta Jalan.
2. Data yang diperoleh secara primer yaitu: (a). sistem jaringan drainase, (b). dimensi saluran meliputi potongan melintang, serta memanjang saluran), (c). kondisi saluran, kondisi sedimen, kondisi sampah di beberapa lokasi penting, (d). Lokasi-lokasi yang rutin terjadi luapan air, dengan kala ulang 1 tahunan dan 2 tahunan.

Pengukuran topografi dan desain saluran dilakukan dengan Total Station, dan GPS, yang didukung dengan kamera untuk memfiksasi kondisi lapangan.



4.1. Strategi Pengendalian Banjir

4.1.1. Tinjauan Umum

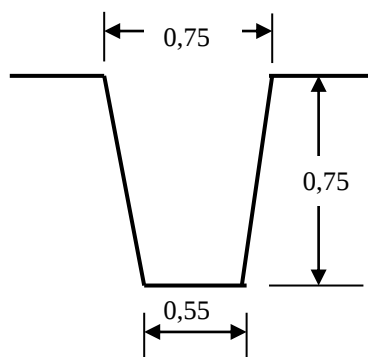
Kawasan permukiman di RW 05 Kelurahan Pandanwangi, Kecamatan Blimbing Kota Malang, berada di sekitar alur sungai Kali Bango. Topografi kawasan ini lebih rendah dibandingkan dengan kawasan sekitarnya. Oleh karena hal tersebut, maka dalam pengendalian banjir disusun strategi sebagai berikut:

1. Survey kondisi fisik dan dimensi saluran hingga anak saluran paling hulu walaupun berada di luar wilayah kajian. Dengan demikian dapat dilakukan deleniaasi batas daerah tangkapan air.
2. Pengukuran dimensi saluran dan pengamatan sedimen serta sampah dilakukan pada lokasi-lokasi penting, dan dipadukan dengan batas administrasi. Hal ini dimaksudkan untuk memberi informasi terkait dengan solusi pengelolaan sampah yang akan dibebankan kepada masing-masing Rukun Tetangga (RT).
3. Evaluasi kinerja saluran drainase, dengan indikator perbandingan antara debit banjir dan kapasitas saluran (DQ). Jika $DQ > 1$, maka saluran dikelompokkan dalam kategori banjir.
4. Evaluasi kinerja saluran dilakukan dalam kondisi saat ini, dan asumsi jika dilakukan pengerukan sedimen.
5. Kemungkinan solusi yang direkomendasikan dalam hal ini ialah: pengerukan sedimen, atau peningkatan dimensi saluran, atau pengurangan debit banjir.
6. Setiap pergantian wilayah RT dipasang saringan sampah, agar sampah dari wilayah hulu tidak terkirim ke wilayah hilirnya. Namun hal ini harus didampingi kebijakan adanya upaya pembersihan sampah secara rutin, dan upaya mencegah pembuangan sampah di saluran.

4.1.2. Evaluasi Kinerja Saluran

1. Kapasitas Saluran

Berdasarkan informasi di lapangan bahwa lokasi yang sering terjadi banjir ialah saluran drainase yang berada pada jalan Raya Simpang Sulfat Utara. Oleh karenanya, Evaluasi kinerja dilakukan pada titik kontrol 12 (Gambar 1).



Gambar 1. Potongan Melintang Saluran Titik Kontrol 14

Kapasitas saluran dihitung dengan analisa data kecepatan aliran air dan luas pengampang saluran. Berdasarkan hasil pengukuran potongan melintang saluran (Gambar 1) dapat dihitung luas tampang basah dan keliling basah. Kemiringan dinding saluran kanan dan kiri = 1: 0,1.

Luas Tampang Basah (A)

$$A = (b + m.h) . h$$

$$A = (0,55 + 0,1 * 1)1$$

$$A = 0,65 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P)

$$P = b + 2h\sqrt{1^2 + m^2}$$

$$P = 0,55 + 2 * 1\sqrt{1^2 + 0,1^2}$$

$$P = 2,56 \text{ m}$$

Kecepatan Aliran (V)

$$V = 1/n . R^{2/3} . S^{1/2}$$

$$V = (1/0,017)(0,65/2,56)^{(2/3)}0,0075^{(0,5)}$$

$$V = 0.645 \text{ m/detik}$$

Kapasitas Saluran (K)

$$K = V * A$$

$$K = 0.204267 * 2,56$$

$$K = 1,65 \text{ m}^3/\text{detik}$$

2. Debit Banjir

Waktu konsentrasi dihitung menggunakan rumus Kirpich (1940), sebagai berikut :

$$t_c = 0,0133 L S^{-0,6}$$

Di mana :

- t_c = waktu konsentrasi (jam)
- L = panjang sungai (km)
- S = kemiringan sungai

$$t_c = 0,0133 * L * S^{-0,6}$$

$$t_c = 0,225454 \text{ jam}$$

Intensitas hujan dapat hitung setelah t_c didapat, dengan rumus:

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

Di mana :

- R = hujan maksimum (mm)
- t_c = waktu konsentrasi (jam)

$$I = 89.85 \text{ mm}$$

Debit banjir dihitung dengan rumus Rational, yaitu:

$$Q = 0,278 . C . I . A$$

Di mana :

- Q = debit maksimum (m^3/det)
- C = koefisien limpasan air hujan
- I = intensitas curah hujan (mm/jam)
- A = luas daerah pengaliran (km^2)

$$Q = 2,20 \text{ m}^3/\text{det}$$

3. Status Kinerja Saluran

Perbandingan antara debit banjir dan kapasitas saluran di lokasi titik tinjau ialah:

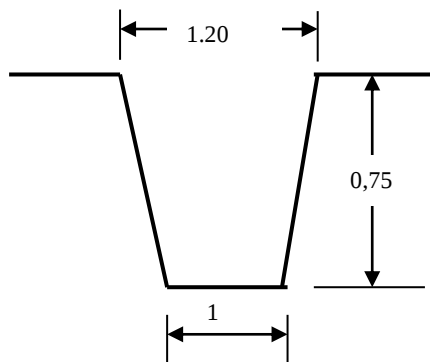
$$DQ = 2,20 / 1,65$$

$$DQ = 1,33$$

Dengan demikian, kapasitas saluran hanya mampu menampung 75% dari debit banjir kala ulang 5 tahun dan saluran drainase di jalan Simpang Sulfat Utara berstatus rawan banjir.

4.1.3. Solusi Yang Direkomendasikan

Rekomendasi yang diberikan ialah adanya pelebaran saluran, menjadi sebagai berikut:



Gambar 2. Potongan Melintang Perbaikan Saluran Titik Kontrol 14.

Dengan dimensi ini, kapasitas saluran menjadi $2,3 \text{ m}^3/\text{det}$.

4.2. Strategi Pengendalian Sedimen

Hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa mayoritas saluran di titik kontrol 1 sampai dengan 9 dalam mengalami pendangkalan akibat sedimen. Hal ini terjadi karena arus air di saluran dalam kawasan Perumahan Puwantoro relatif lambat. Jika tidak segera dilakukan pengerukan, maka waktu sekitar 5 tahun yang akan datang tidak akan mampu menyalurkan debit banjir lagi.

4.3. Strategi Pengendalian Sampah

Sampah sering menumpuk pada titik kontrol 1, hal ini sangat mengawatirkan karena selain mengurangi kapasitas saluran juga berpotensi hanyut hingga saluran di jalan raya simpang sulfat utara, yang mana mulai Gang VII hingga Gang X dalam bentuk saluran “tertutup”. Jika sampah sampai masuk ke saluran ini akan sangat menyulitkan dalam pembersihannya. Hal ini mengingat bahwa sampah yang terhanyut banyak yang berukuran besar, seperti batang pisang, potongan kayu, fum.

Solusi yang diusulkan ialah memasang saringan pada tempat-tempat perbatasan wilayah RT. Hal ini bertujuan mengontrol tumpukan sampah agar terjadi pada saluran di wilayah RT masing-masing,

sehingga secara langsung akan menekan jumlah sampah yang dibuang ke saluran.

Strategi ini sangat riskan menimbulkan banjir, karena jika terlambat membersihkan sampah yang tersangkut di saringan maka air akan meluap. Oleh karena hal tersebut maka diperlukan sosialisasi yang intensif dan komitmen bersama.

V. Kesimpulan

Berdasarkan analisa, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jumlah lokasi rawan terjadi genangan adalah 11 titik, baik penggunaan lahan dalam kondisi saat ini maupun proyeksi sesuai dengan RTRW.
2. Jumlah luas genangan, meningkat 126.866 m^2 , yaitu dari $4.414.939 \text{ m}^2$ menjadi $4.541.801 \text{ m}^2$
3. Beberapa saluran utama di kawasan Kota Kepanjen yang tidak mampu mengalirkan air dengan debit rencana.

Daftar Pustaka

- [1] Kustamar, Yulianti, E., 2009, *Model Hidrologi DAS ITN-1, Jurnal Pusair*, PULITBANG PU Bandung. Vol.5 No.9, pp. 1-15. November 2009.
- [2] Kustamar, Bambang Parianom, Gaguk Sukowiyono, dan Tutik Armianti. 2010. *Konservasi Sumber Daya Air Berbasis Partisipasi Masyarakat Di Kota Batu Jawa Timur*. Jurnal Dinamika Teknik Sipil. ISSN: 1411-8904; Vol. 10, No.2.
- [3] Kustamar, 2011, *Sumur Resapan “Cantik” sebagai solusi sistem resapan air hujan pada kawasan permukiman padat*. Preseding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Sarana Wilayah 2011, 11 Juli 2011. ITS Surabaya.
- [4] Kustamar, 2013, *Strategi Pengendalian Banjir Berbasis Konservasi Sumber Daya Air Di DAS Sungai Nangka, Lombok Timur*. Prosiding Seimianr Nasiona. Konteks 7. 24-25 oktober 2013. Universitas Sebelas Maret, Solo.
- [5] Kustamar, Togi H.N., Daim Tri W., 2013. *Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Kinerja Sistem Drainase Dalam Kawasan Perkotaan Ibu Kota Kabupaten Malang*. Preseding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Sarana Wilayah 2013, 26 Juli 2013. ITS Surabaya.
- [6] Kustamar, 2015, *Optimasi Desain Sistem Kontrol Kualitas Air Tanah Pada Sumur Resapan Dalam*. Laporan Penelitian.
- [7] Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2009, *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009, Tentang Pemanfaatan Air Hujan*.

