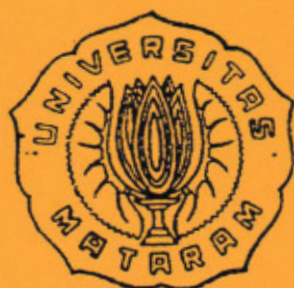


LAPORAN PENELITIAN



Judul Penelitian

Analisis Koefisien Limpasan Dan Periode Ulang Banjir Sungai Rontu Berdasarkan Kejadian Banjir Bandang Kota Bima Tanggal 21 dan 23 Desember 2016

Oleh

Ir. Heri Sulistiyono, M.Eng., Ph.D. (NIDN: 0013116502)

Yusron Saadi, ST., M.Sc., Ph.D. (NIDN: 0020106607)

Ir. Didi S Agustawijaya, M.Eng., Ph.D. (NIDN:0009086208)

Humairo Saidah, ST., MT. (NIDN: 0009067205)

Dibiayai dari Sumber Dana DIPA BLU (PNBP) Universitas Mataram

Tahun Anggaran 2017

KELOMPOK PENELITIAN BIDANG ILMU

SUMBER DAYA AIR

PROGRAM PASCASARJANA

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

LEMBAGA PENELITIAN

UNIVERSITAS MATARAM

TAHUN 2017

LAPORAN PENELITIAN



Judul Penelitian

Analisis Koefisien Limpasan Dan Periode Ulang Banjir Sungai Rontu Berdasarkan Kejadian Banjir Bandang Kota Bima Tanggal 21 dan 23 Desember 2016

Oleh

Ir. Heri Sulistiyono, M.Eng., Ph.D. (NIDN: 0013116502)

Yusron Saadi, ST., M.Sc., Ph.D. (NIDN: 0020106607)

Ir. Didi S Agustawijaya, M.Eng., Ph.D. (NIDN:0009086208)

Humairo Saidah, ST., MT. (NIDN: 0009067205)

Dibiayai dari Sumber Dana DIPA BLU (PNBP) Universitas Mataram

Tahun Anggaran 2017

KELOMPOK PENELITIAN BIDANG ILMU

SUMBER DAYA AIR

PROGRAM PASCASARJANA

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

LEMBAGA PENELITIAN

UNIVERSITAS MATARAM

TAHUN 2017



KONTRAK PENELITIAN
SUMBER DANA DIPA BLU UNIVERSITAS MATARAM
Tahun Anggaran 2017
Nomor:755C/UN18/LPPM/2017

Pada hari ini Selasa tanggal Dua bulan Mei tahun Dua Ribu Tujuh Belas, kami yang bertandatangan dibawah ini :

1. Muhamad Ali, Ph.D. : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Mataram, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Mataram, berkedudukan di Jl. Pendidikan No. 37 Mataram, untuk selanjutnya disebut PIHAK PERTAMA;
2. Ir. Heri Sulistiyono, M.Eng., Ph.D : Dosen Program Magister Teknik Sipil Universitas Mataram, dalam hal ini bertindak sebagai Ketua dan anggota Tim Peneliti sesuai Proposal dan SK Rektor Nomor 4074/UN18/HK/2017, untuk selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA, selanjutnya disebut PARA PIHAK secara bersama-sama telah sepakat untuk mengikatkan diri dalam suatu Kontrak Penelitian DIPA BLU (PNBP) Tahun Anggaran 2017 dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut:

Pasal 1
RUANG LINGKUP KONTRAK DAN TIM PENELITI

- (1) PIHAK PERTAMA memberi pekerjaan kepada PIHAK KEDUA dan PIHAK KEDUA menerima pekerjaan dimaksud dari PIHAK PERTAMA, untuk melaksanakan dan menyelesaikan penelitian dengan judul "Analisis Koefisien Limpasan Dan Periode Banjir Sungai Rontu Berdasarkan Kejadian Banjir Bandang Kota Bima Tanggal 21 dan 23 Desember 2016".
- (2) Berdasarkan Proposal yang diajukan, nama-nama Tim Peneliti dari PIHAK KEDUA adalah sebagai Berikut:
 1. Ir. Heri Sulistiyono, M.Eng., Ph.D.
 2. Yusron Saadi, ST., M.Sc., Ph.D.
 3. Ir. Didi S Agustawijaya, M.Eng., Ph.D.
 4. Humairo Saidah, ST., MT.
- (3) PIHAK KEDUA bertanggungjawab penuh atas seluruh pelaksanaan, pengadministrasian dan pengelolaan keuangan serta pelaksanaan Program Pengabdian Masyarakat sebagaimana dimaksud pada ayat (1).

Pasal 2
DANA PENELITIAN

- (1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 adalah sebesar Rp 17.000.000,- (Tujuh belas juta rupiah) sudah termasuk pajak.
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada DIPABLU Universitas Mataram Tahun Anggaran 2017.

Pasal 3
TATA CARA PEMBAYARAN DANA PENELITIAN

PIHAK PERTAMA akan membayarkan Dana Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat

- (1) kepada PIHAK KEDUA secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
 - (1) Pembayaran Tahap Pertama sebesar 80% dari total dana penelitian yaitu 80% x Rp 17.000.000,- = Rp 13.600.000,- (*Tiga belas juta enam ratus ribu rupiah*), dibayarkan setelah Kontrak di tandatangani PARA PIHAK.
 - (2) Pembayaran Tahap Kedua sebesar 20% dari total dana penelitian yaitu 20% x Rp 17.000.000,- = Rp 3.400.000,- (*Tiga juta empat ratus ribu rupiah*), dibayarkan setelah PIHAK KEDUA menyerahkan laporan akhir Pelaksanaan Penelitian beserta kelengkapan yang ditetapkan.

Pasal 4
JANGKA WAKTU

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 adalah terhitung sejak Tanggal 2 Mei 2017 dan berakhir pada Tanggal 9 Desember 2017.

Pasal 5
TARGET LUARAN

- (1) PIHAK KEDUA wajib mencapai target luaran wajib penelitian berupa:

| No. | Jenis Luaran Penelitian | Bukti Fisik |
|-------------------------|-------------------------|--|
| Luaran Wajib: | | |
| a | Bahan Ajar | Bahan ajar/draft buku ajar |
| b | Publikasi Ilmiah | Arikel ilmiah yang dimuat dalam jurnal (minimum Submitted pada jurnal nasional tidak terakreditasi)/proceeding seminar nasional. |
| Luaran Tambahan: | | |
| a | | |
| b | | |

- (2) PIHAK KEDUA wajib melaporkan perkembangan pencapaian target luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada PIHAK PERTAMA.

Pasal 6
HAK DAN KEWAJIBAN PARA PIHAK

- (1) Hak dan Kewajiban PIHAK PERTAMA:
 - a. PIHAK PERTAMA berhak mendapatkan luaran penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 dari PIHAK KEDUA;

- b. PIHAK PERTAMA wajib memberikan dana penelitian kepada PIHAK KEDUA dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.
- (2) Hak dan Kewajiban PIHAK KEDUA:
- PIHAK KEDUA berhak menerima dana penelitian dari PIHAK PERTAMA dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1);
 - PIHAK KEDUA wajib menyerahkan Luaran Penelitian dan Buku Catatan Harian Penelitian kepada PIHAK PERTAMA;
 - PIHAK KEDUA wajib bertanggung jawab dalam penggunaan dana penelitian yang diterimanya sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui;
 - PIHAK KEDUA wajib menyampaikan laporan penggunaan dana sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) kepada PIHAK PERTAMA.

Pasal 7

LAPORAN PELAKSANAAN PENELITIAN

- PIHAK KEDUA wajib menyampaikan kepada PIHAK PERTAMA laporan kemajuan dan laporan akhir mengenai luaran penelitian dan rekapitulasi penggunaan anggaran sesuai dengan jumlah dana yang diberikan oleh PIHAK PERTAMA yang tersusun secara sistematis sesuai pedoman yang ditentukan oleh PIHAK PERTAMA;
- PIHAK KEDUA wajib menyampaikan Laporan Akhir sebanyak 4 (empat) eksemplar paling lambat 9 Desember 2017, disertai dokumen-dokumen sebagai berikut:
 - Bukti fisik luaran penelitian.
 - Laporan penggunaan keuangan penelitian 100% 2 (dua) eksemplar;
 - Buku Catatan Harian Penelitian (*BCHP*) sebanyak 2 (dua) eksemplar (fotocopy); dan
 - Satu keping CD yang berisi file elektronik (format "pdf" dan "doc") Laporan Tahunan/Akhir dan (butir a, b, c, dan d) di atas.

Pasal 8

MONITORING DAN EVALUASI

PIHAK PERTAMA dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2017.

Pasal 9

SANKSI

- Apabila batas waktu berakhirnya masa penelitian ini PIHAK KEDUA belum menyerahkan hasil pekerjaan seluruhnya kepada PIHAK PERTAMA, maka PIHAK KEDUA dikenakan denda sebesar 1/1000 (satu permil) setiap hari keterlambatan sampai setinggi-tingginya 5% (lima persen) dari nilai Surat Perjanjian ini terhitung dari tanggal jatuh tempo yang telah ditetapkan (tanggal 9 Desember 2017).
- Apabila PIHAK KEDUA tidak menyerahkan laporan hasil penelitian dalam akhir tahun anggaran yang sedang berjalan dan waktu proses pencairan biayanya telah berakhir, maka sisa biaya yang bersangkutan, yang belum sempat dicairkan dinyatakan hangus dan dikembalikan ke BLU Universitas Mataram.
- Dalam hal PIHAK KEDUA tidak dapat memenuhi Surat Perjanjian ini hingga tanggal 9 Desember 2017, maka PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterimanya kepada PIHAK PERTAMA untuk selanjutnya disetorkan kembali dan PIHAK

KEDUA dikenakan sanksi administratif berupa penghentian pembayaran dan tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu 2 (dua) tahun berturut-turut.

Pasal 10 **PEMBATALAN PERJANJIAN**

Apabila dikemudian hari terhadap judul Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, itikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh PIHAK KEDUA, maka perjanjian Penelitian ini dinyatakan batal dan PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada PIHAK PERTAMA yang selanjutnya akan disetor ke BLU Universitas Mataram.

Pasal 11 **PAJAK-PAJAK**

Segala sesuatu yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa PPN dan/atau PPh menjadi tanggung jawab PIHAK KEDUA dan harus dibayarkan oleh PIHAK KEDUA ke kantor pelayanan pajak setempat sesuai ketentuan yang berlaku.

Pasal 12 **PERALATAN DAN/ALAT HASIL PENELITIAN**

Hasil Pelaksanaan Penelitian ini yang berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli dari pelaksanaan Penelitian ini adalah milik Negara yang dapat dihibahkan kepada Universitas Mataram sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 13 **PENYELESAIAN SENGKETA**

Apabila terjadi perselisihan antara PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila penyelesaian secara musyawarah dan mufakat tidak tercapai, maka penyelesaian dilakukan melalui jalur hukum, dengan memilih domisili hukum di Pengadilan Negeri Mataram.

Pasal 14 **LAIN-LAIN**

- (1) PIHAK KEDUA menjamin bahwa penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 belum pernah dibiayai dan/atau diikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri.
- (2) Segala sesuatu yang belum diatur dalam Perjanjian ini dan jika dipandang perlu untuk diatur lebih lanjut, akan dilakukan perubahan oleh PARA PIHAK dalam bentuk perjanjian tambahan (adendum) yang akan menjadi satu kesatuan dan merupakan bagian tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.


Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh PARA PIHAK pada hari dan tanggal tersebut di atas, dibuat dalam rangkap 2 (dua) dan bermaterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

PIHAK PERTAMA

LPPM Universitas Mataram
Ketua

Muhamad Ali, Ph.D.
NIP. 19720727 199903 1 002

PIHAK KEDUA

Tim Pelaksana Penelitian

Ruzjiri
Ululistiyo, M.Eng., Ph.D
NIP. 19651113 199403 1 001

Anggota 1,



- 1 Yusron Saadi, ST., M.Sc., Ph.D
NIP. 19661020 199403 1 003

Anggota 2



- 2 Ir. Didi S Agustawijaya, M.Eng., Ph.D
NIP. 19620809 198912 1 001

Anggota 3,



- 3 Humairo Saidah, ST., MT
NIP. 19720609 199703 2 001

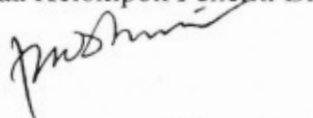
HALAMAN PENGESAHAN

| | | | |
|---|--|---|---|
| 1 | Judul Penelitian | : | Analisis Koefisien Limpasan Dan Periode Ulang Banjir Sungai Rontu Berdasarkan Kejadian Banjir Bandang Kota Bima Tanggal 21 dan 23 Desember 2016 |
| 2 | Topik Unggulan | : | Kebijakan dan Pengelolaan DAS dalam rangka menjaga lingkungan bermutu yang berkelanjutan |
| 3 | Kelompok Peneliti Bidang Ilmu | : | Sumber Daya Air |
| 4 | Ketua Peneliti a. Nama Lengkap b. NIP c. NIDN d. Jabatan Fungsional e. Fakultas/Jurusan f. Alamat Institusi g. Telepon/e-mail | : | Ir. Heri Sulistiyono, M.Eng., Ph.D. 196511131994031001 0013116502 Lektor Kepala Program Pasca Sarjana/Magister Teknik Sipil Jl. Majapahit 62 Mataram 081907593105/h.sulistiyono@unram.ac.id |
| 5 | Waktu Penelitian | : | 8 bulan |
| 6 | Pembiayaan a. PNPB UNRAM b. Biaya dari Instansi lain c. Biaya dari peneliti sendiri | : | Rp. 17.000.000,00 - - |

Mataram, 1 Desember 2017

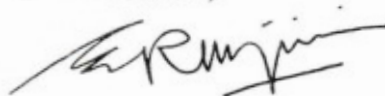
Mengetahui:

Ketua Kelompok Peneliti Bidang Ilmu,



(I Wayan Yasa, ST., MT.)
NIP: 196809181995121001

Ketua Peneliti,



(Ir. Heri Sulistiyono, M.Eng., Ph.D)
NIP: 196511131994031001

Mengetahui:

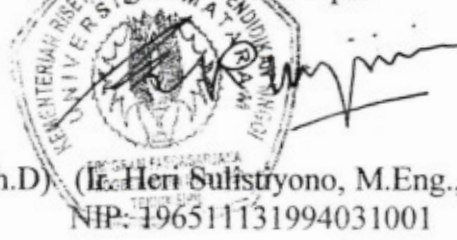
Direktur Program Pascasarjana
Universitas Mataram



(Prof. I Komang Damar Jaya, M.Sc..Agr., Ph.D)
NIP: 196212311987031394

Mengetahui:

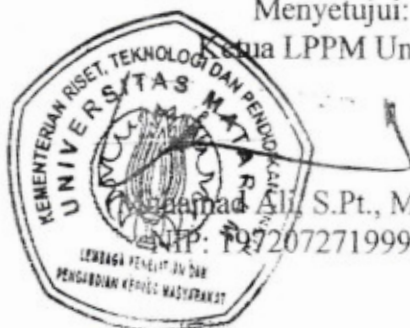
Ketua Program Studi
Magister Teknik Sipil



(Ir. Heri Sulistiyono, M.Eng., Ph.D)
NIP: 196511131994031001

Menyetujui:

Ketua LPPM Unram



(Muhammad Ali, S.Pt., M.Si., Ph.D)
NIP: 197207271999031002

ABSTRAK

Banjir bandang telah terjadi di Kota Bima dan sekitarnya pada Tanggal 21 dan 23 Desember 2016. Banjir bandang tersebut menggenangi hampir seluruh Kota Bima dengan kedalaman mulai dari 0,5 sampai 3,0 meter. Curah hujan rata-rata yang terjadi pada Tanggal 21 dan 23 Desember 2016 adalah 125,57 mm dan 117, 32 mm. Diperkirakan banjir bandang tersebut disebabkan salah satunya oleh kemampuan penyerapan air ke dalam tanah telah sangat berkurang akibat perubahan tata guna lahan di daerah aliran Sungai Rontu yang tidak terkendali. Perubahan tata guna lahan akibat pembukaan hutan secara besar-besaran di wilayah Kabupaten Bima, terutama wilayah hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Rontu terindikasi melalui pengamatan langsung ataupun pengamatan foto udara. Sebagian besar wilayah hulu DAS Rontu telah berubah menjadi area perkebunan. Diperkirakan akibat perubahan tata guna lahan tersebut, maka koefisien limpasan DAS Rontu telah menjadi besar, sehingga curah hujan yang jatuh lebih banyak menjadi limpasan dari pada yang terserap ke dalam tanah.

Dalam penelitian ini akan dianalisis besarnya nilai koefisien limpasan DAS Rontu dengan menggunakan 3 (tiga) macam metode, yaitu metode pembacaan table limpasan, metode analitis hidraulika-hidrologi, dan metode perbandingan antara tinggi limpasan tahunan dan tinggi curah hujan. Selain data hujan pada tanggal 21 dan 23 Desember 2016, data hujan dari tahun 1996 sampai 2016, digunakan untuk mengestimasi periode ulang banjir yang terjadi.

Dari hasil analisis diketahui bahwa nilai koefisien limpasan (C) rata-rata DAS Rontu termasuk sangat tinggi ($> 0,5$) yaitu 0,66, yang berarti lebih banyak curah hujan menjadi limpasan dari pada yang terserap ke dalam tanah. Kondisi DAS seperti ini dikategorikan sudah rusak (jelek). Saat terjadi banjir Tanggal 23 Desember 2016, kapasitas maksimum penampang sungai utama Rontu hanya mampu untuk dilewati debit sebesar $314,5 \text{ m}^3/\text{dt}$, sedangkan debit aliran sungai yang lewat saat itu adalah $834,9 \text{ m}^3/\text{dt}$ sehingga terjadi luapan banjir ke Kota Bima dan sekitarnya sebesar $520,4 \text{ m}^3/\text{dt}$. Berdasarkan analisis frekuensi, diketahui bahwa periode ulang banjir tersebut adalah 20 tahunan atau probabilitas rata-rata tiap tahunnya adalah 5%. Rekomendasi untuk memperkecil kemungkinan banjir adalah dengan reboisasi, normalisasi sungai, dan pembuatan bendungan di hulu DAS Rontu.

Kata kunci: Banjir, Tata Guna Lahan, Koefisien Limpasan, Kota Bima

DAFTAR ISI

| | |
|--|----|
| HALAMAN PENGESAHAN | 1 |
| ABSTRAK..... | 2 |
| DAFTAR ISI | 3 |
| BAB I. PENDAHULUAN | 4 |
| 1.1. Latar Belakang | 4 |
| 1.2. Permasalahan..... | 6 |
| 1.3. Tujuan dan Keutamaan Penelitian | 6 |
| 1.4. Temuan/Inovasi Teknologi | 7 |
| 1.5. Rekayasa Sosial | 7 |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA | 8 |
| BAB III. METODE PENELITIAN | 10 |
| 3.1. Metode dan Tahapan Pelaksanaan | 10 |
| 3.2. Luaran Penelitian | 12 |
| 3.3. Lokasi Penelitian..... | 12 |
| 3.4. Indikator Pencapaian | 12 |
| BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 21 |
| 4.1. Koefisien Limpasan berdasarkan Observasi Daerah Aliran Sungai Rontu | 21 |
| 4.2. Koefisien Limpasan Berdasarkan Perhitungan Hidraulika-Hidrologi | 23 |
| 4.3. Perhitungan Koefisien Limpasan Tahunan | 27 |
| 4.4. Sungai-sungai Dan Pos-pos Hujan..... | 27 |
| 4.5. Perhitungan Hujan Rerata DAS | 28 |
| 4.6. Estimasi Periode Ulang Banjir | 29 |
| BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN | 31 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 32 |

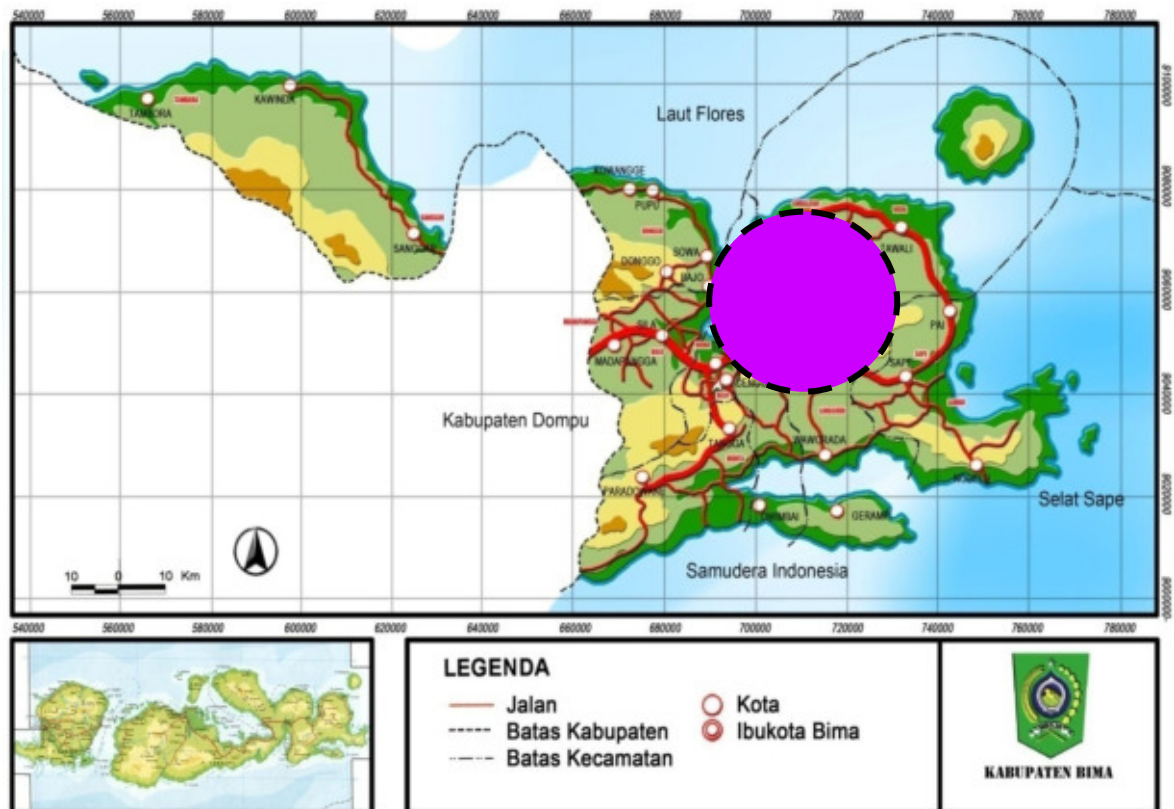
BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Kota Bima terletak di bagian timur Pulau Sumbawa pada posisi $118^{\circ}41'00''$ - $118^{\circ}48'00''$ Bujur Timur dan $8^{\circ}20'00''$ - $8^{\circ}30'00''$ Lintang Selatan. Batas-batas wilayah Kota Bima adalah sebagai berikut:

- Sebelah Utara Kecamatan Ambalawi, Kabupaten Bima
- Sebelah Selatan Kecamatan Palibelo, Kabupaten Bima
- Sebelah Barat Teluk Bima
- Sebelah Timur Kecamatan Wawo, Kabupaten Bima.



Gambar 1 Lokasi Penelitian: Kota Bima Dan Sekitarnya

Kota Bima memiliki areal tanah berupa: persawahan seluas 1.923 hektare (94,90% merupakan sawah irigasi), hutan seluas 13.154 ha, tegalan dan kebun seluas 3.632 ha, ladang dan huma seluas 1.225 ha dan wilayah pesisir pantai sepanjang 26 km.

Kota Bima berdasarkan data tahun 2000 tercatat sebesar 116.295 jiwa yang terdiri dari 57.108 jiwa (49%) penduduk laki-laki dan 59.187 jiwa (51%) penduduk perempuan. Sebaran penduduk kurang merata, konsentrasi penduduk berada di pusat-pusat kegiatan ekonomi dan pemerintahan. Penduduk terbanyak berada di Kelurahan Paruga, yaitu berjumlah 12.275 jiwa (11%) dan paling sedikit di Desa Kendo yang berjumlah 1.130 jiwa (1%). Selanjutnya berdasarkan hasil sensus penduduk tahun 2010, penduduk Kota Bima berjumlah 142.443 jiwa yang terdiri dari 69.841 jiwa laki-laki dan 72.602 jiwa perempuan.

Mata pencaharian penduduk Kota Bima mayoritas adalah petani/peternak dan jasa/pedagang/pemerintahan yang besarnya masing-masing 45,84% dan 45,05%. Jenis pekerjaan yang digeluti penduduk Kota Bima antara lain: petani 15.337 orang, nelayan 425 orang, peternak 13.489 orang, penggalian 435 orang, industri kecil 1.952 orang, industri besar/ sedang 76 orang, perdagangan 1.401 orang, ABRI 304 orang, guru 1.567 orang dan PNS berjumlah 2.443 orang

Menurut catatan Badan Pusat Statistik Kota Bima, curah hujan rata-rata di Kota Bima adalah sebesar 132,58 mm/bulan dengan jumlah hari hujan rata-rata 10,08 hari/bulan. Sementara matahari bersinar terik sepanjang musim dengan rata-rata intensitas penyinaran tertinggi pada Bulan Oktober, dengan suhu 19,5 °C sampai 30,8 °C.

Pada tanggal 21 dan 23 Desember 2016, terjadi banjir bandang di wilayah Kabupaten Bima dan Kota Bima. Banjir ini dipicu oleh hujan ekstrim selama dua hari terakhir. Terjadinya hujan deras dikarenakan adanya siklon tropis Yvette yang saat ini posisinya berada di Samudera Hindia Selatan Bali, sekitar 620 kilometer sebelah selatan Denpasar. Arah dan kecepatan gerak Utara Timur Laut, menyebabkan hujan deras di wilayah Indonesia bagian selatan. Menurut BMKG, siklon tropis ini terjadi pada tanggal 22 Desember 2016 di lokasi sekitar 590 km sebelah Selatan Denpasar, dengan arah dan kecepatan gerak Timur Laut dan kekuatan 85 km/jam (45 knot).

Menurut Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Bima, sebanyak 105.753 jiwa masyarakat Kota Bima terdampak langsung banjir yang merendam 33 desa di 5 kecamatan, yang meliputi Kecamatan Rasanae Timur, Mpunda, Raba, Rasanae Barat, dan Asakota. Berdasarkan perhitungan, kerugian dan kerusakan akibat banjir Bima mencapai Rp 984,4 miliar. Jumlah ini merupakan estimasi kasar yang dihitung menggunakan pendekatan Jitupasna (Pengkajian Kebutuhan PascaBencana) sekaligus dihitung besarnya kebutuhan untuk rehabilitasi dan rekonstruksi.

Data kerugian dan kerusakan akibat banjir di Kota Bima meliputi kerusakan fasilitas kesehatan, yaitu 5 buah puskesmas rusak, 29 buah Puskesmas Pembantu rusak berat, 29 buah Pondok bersalin Desa (Polindes) rusak berat, satu Laboratorium Kesehatan Desa (Labkesda) rusak berat. Kerugian diperkirakan Rp 64,4 miliar. Kemudian juga kerusakan lahan pertanian meliputi 2.247 hektare lahan sawah rusak dengan kerugian ditaksir mencapai Rp 5,81 miliar. Kerusakan fasilitas pendidikan meliputi 18 SD rusak sedang, lima SMP rusak sedang, empat SMA/SMK rusak sedang. Kerugian diperkirakan mencapai Rp 9,2 miliar. Kerusakan infrastruktur, yaitu sembilan jembatan rusak, jalan dalam kota 40 km rusak, prasarana air minum rusak, sarana kebersihan, lima dam rusak berat dan satu dam rusak sedang. Kerugian diperkirakan Rp 259 miliar.

Selanjutnya kerusakan tempat usaha atau kios, Kecamatan Mpunda lima rusak berat, Kecamatan Raba 44 rusak berat, dan 39 rusak sedang. Kemudian Kecamatan Rasanae Barat 21 rusak berat, dan Kecamatan Asakota tujuh rusak berat. Sementara, kerugian diperkirakan Rp 420 juta. Kerusakan rumah sebanyak 18 rumah hanyut di Kecamatan Mpunda, dan 27 rusak berat. Kemudian Kecamatan Raba 24 rumah hanyut, 20 rusak berat, 39 rusak sedangkan di Kecamatan Rasanae Barat 30 hanyut, 10 rusak sedang. Di wilayah lainnya Kecamatan Asakota 19 rumah hanyut. Kerugian diperkirakan Rp 30,1 miliar. Kerusakan perkantoran dengan rincian 30 rusak berat. Kerugian diperkirakan Rp 7,8 miliar. Pemerintah daerah Kota Bima memperkirakan kerugian dari harta penduduk mencapai Rp 607,93 miliar sehingga total kerugian ditaksir mencapai Rp 984,40 miliar.

Secara umum, kerusakan hutan yang sangat masif akan menyebabkan banjir bandang. Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Basuki Hadimuljono menyebut penyebab banjir di Bima, Nusa Tenggara Barat (NTB), adalah penggundulan hutan yang berkepanjangan. Dalam ilmu teknik sipil, penggundulan hutan akan menyebabkan meningkatnya nilai koefisien limpasan, sehingga air hujan yang turun akan lebih banyak mengalir dipermukaan tanah dibandingkan dengan jumlah air hujan yang terserap ke dalam tanah. Untuk mengetahui dengan pasti apakah perubahan tata guna lahan

dan penggundulan hutan di hulu Kota Bima menyebabkan meningkatnya nilai koefisien limpasan daerah aliran Sungai (DAS) Rontu, maka diperlukan penelitian “Analisis Koefisien Limpasan DAS Rontu pada saat terjadi banjir bandang tanggal 21 dan 23 Desember 2016.

1.2. PERMASALAHAN

Permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapa nilai koefisien limpasan DAS Rontu saat terjadi banjir bandang di Kota Bima?
2. Bagaimana interpretasi nilai koefisien limpasan DAS Rontu terhadap kondisi tata guna lahan dan penggundulan hutan di hulu Kota Bima?
3. Periode ulang berapa tahunan kejadian banjir bandang Kota Bima tanggal 21 dan 23 Desember 2016?

1.3. TUJUAN DAN KEUTAMAAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mengestimasi nilai koefisien limpasan DAS Rontu
2. Menginterpretasi nilai koefisien limpasan DAS Rontu terhadap kondisi tata guna lahan dan penggundulan hutan di hulu Kota Bima
3. Menghitung periode ulang debit banjir bandang Sungai Rontu tanggal 21 dan 23 Desember 2016,
4. Merekomendasi usaha-usaha yang memungkinkan untuk memperkecil nilai koefisien limpasan.

Keutamaan penelitian ini adalah mendapatkan pengertian penyebab banjir bandang Kota Bima serta memberikan rekomendasi upaya mengurangi kemungkinan terjadinya banjir bandang.

1.4. TEMUAN/INOVASI TEKNOLOGI

Diharapkan dari penelitian ini akan didapatkan temuan-temuan sebagai berikut

1. pemahaman besaran debit banjir beberapa periode ulang yang mengancam Kota Bima,

2. pengertian dalam ilmu pengetahuan mengenai bagaimana pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap peningkatan nilai koefisien limpasan DAS Rontu,
3. pengetahuan bagaimana perubahan perubahan nilai koefisien limpasan DAS Rontu terhadap banjir bandang Kota Bima
4. solusi untuk mengurangi resiko terjadi banjir bandang Kota Bima.

Hasil penelitian yang merupakan inovasi teknologi dalam perencanaan saluran drainase perkotaan dan perbaikan sungai akan menjadi tambahan bahan ajar dalam mata kuliah Hidrologi, Hidrologi Terapan, dan Teknik Sungai untuk S1 serta mata kuliah Hidrologi Lanjut dan Pengembangan Sumber daya Air untuk S2 di Jurusan Teknik Sipil Unram.

1.5. REKAYASA SOSIAL

Hasil temuan dari penelitian ini sangat bermanfaat bagi Pemerintahan dan masyarakat Kota Bima. Karena dengan mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya banjir bandang, maka dapat dilakukan usaha-usaha mitigasi untuk memperkecil kemungkinan dan resiko banjir bandang di Kota Bima.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Banjir adalah peristiwa yang terjadi ketika aliran air yang berlebihan merendam daratan. Banjir juga dapat terjadi di sungai, ketika alirannya melebihi kapasitas saluran air, terutama di kelokan sungai. Banjir sering mengakibatkan kerusakan rumah dan pertokoan yang dibangun di dataran banjir sungai alami.

Dalam siklus hidrologi, volume air yang mengalir di permukaan Bumi mayoritas ditentukan oleh tingkat curah hujan, dan tingkat peresapan air ke dalam tanah, dengan pendekatan pengertian adalah sebagai berikut: Aliran permukaan (Q) sebanding dengan curah hujan (r) dikurangi dengan penjumlahan antara resapan ke dalam tanah (I) dan Penguapan ke udara (E). Dari pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa banjir adalah peristiwa yang terjadi ketika aliran air yang berlebihan merendam daratan. Banjir juga dapat terjadi di sungai, ketika alirannya melebihi kapasitas saluran air, terutama di selokan sungai (SriHarto, 1993).

Menurut Nilsen (2011), banjir besar berdurasi pendek disebut banjir bandang. Banjir ini sering terjadi karena curah hujan tinggi di daerah tangkapan (DAS) yang kecil. Waktu mulai dari terjadi hujan sampai mencapai puncak limpasan bisa sangat singkat (hanya 1 sampai 2 jam). Banjir bandang ini dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan, terutama karena kejadian banjir ini sulit diprediksi. Selanjutnya menurut Nilsen, dalam model hidrologi, curah hujan digunakan sebagai variabel input untuk memperkirakan limpasan dari peristiwa hujan tertentu. Koefisien limpasan digunakan sebagai faktor atau parameter model yang limpasan. Limpasan tidak hanya tergantung dari curah hujan, yang memiliki parameter statistik spasial stabil dan seragam, namun juga tergantung pada karakteristik DAS lokal seperti respon tangkapan untuk curah hujan dan kondisi kelembaban tanah antecedent. Koefisien limpasan C adalah efek lokal dalam perhitungan banjir ekstrim.

Perhitungan banjir ekstrim sangat penting untuk merencanakan konstruksi struktur sipil seperti jembatan, jalan raya, bendungan, gorong-gorong dll, juga untuk mengidentifikasi langkah-langkah pengendalian banjir (Alam dan Matin, 2005). Analisis banjir dapat menggunakan rumus-rumus dan model-model empiris, numeris, hidrolika, hidrologi maupun statistik untuk mendapatkan hasil yang dapat diandalkan. Beberapa rumus, model ataupun formula yang terkenal diantaranya adalah metode Snyder, Dickens

(Jakeman et al., 1990), SKEA / DHM (Chitrakar, 2004; Shrestha, Chaudhary, Maskey, & rajkarnikar, 2010), Fuller, Rasional Method (Dooge 1957; Linsley, 1986).

Salah satu pendekatan analisis banjir yang terkenal adalah menggunakan metode hidrograf satuan. Menurut Bambang Triatmodjo (2010), L.K. Sherman mengenalkan konsep hidrograf satuan pada tahun 1932. Hidrograf satuan didefinisikan sebagai hidrograf limpasan langsung (tanpa aliran dasar) yang tercatat di ujung hilir Daerah Aliran Sungai (DAS) yang ditimbulkan oleh hujan efektif sebesar 1 mm yang terjadi secara merata di permukaan DAS dengan intensitas tetap dalam suatu durasi tertentu.

Beberapa anggapan dalam penggunaan hidrograf satuan antara lain sebagai berikut :

1. Hujan efektif mempunyai intensitas konstan selama durasi hujan efektif. Untuk memenuhi anggapan ini maka hujan deras yang dipilih untuk analisis adalah hujan dengan durasi singkat.
2. Hujan efektif terdistribusi secara merata pada seluruh DAS. Dengan anggapan ini maka hidrograf satuan tidak berlaku untuk DAS yang sangat luas, karena sulit untuk mendapatkan hujan merata di seluruh DAS. Penggunaan pada DAS yang sangat luas dapat dilakukan dengan membagi DAS menjadi sejumlah sub DAS, dan pada setiap sub DAS dilakukan analisis hidrograf satuan.

Dari data hujan dan hidrograf limpasan langsung yang tercatat setiap interval waktu tertentu (misalnya tiap jam), selanjutnya dilakukan pemilihan data untuk analisis selanjutnya. Untuk penurunan hidrograf satuan, dipilih kasus banjir dan hujan penyebab banjir dengan kriteria sebagai berikut.

1. Hidrograf banjir berpuncak tunggal, hal ini dimaksudkan untuk memudahkan analisis.
2. Hujan penyebab banjir terjadi merata di seluruh DAS, hal ini dipilih untuk memenuhi kriteria teori hidrograf satuan.
3. Dipilih kasus banjir dengan debit puncak yang relatif cukup besar.

Berdasarkan kriteria tersebut maka akan terdapat sebuah hidrograf satuan untuk sebuah DAS. Hidrograf satuan tersebut dianggap dapat mewakili DAS yang ditinjau adalah hidrograf satuan rerata yang diperoleh dari beberapa kasus banjir tersebut.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. METODE DAN TAHAPAN PELAKSANAAN

Penelitian ini akan dilaksanakan dalam 4 pekerjaan yaitu pekerjaan pengumpulan data sekunder dan survey lapangan, pekerjaan permodelan, simulasi model, interpretasi hasil, dan pekerjaan pembuatan artikel ilmiah berupa laporan penelitian, makalah seminar, dan jurnal. Adapun rincian penjelasan masing-masing pekerjaan adalah sebagai berikut:

1. Pekerjaan Pengumpulan Data Sekunder dan Survey Lapangan

Kegiatan : Pengumpulan data sekunder seperti karya ilmiah, laporan pekerjaan, laporan studi, peta lokasi penelitian dan lain-lain dikumpulkan terutama untuk menunjang pembuatan simulasi dan analisa hasil. Kegiatan survei akan melakukan wawancara dengan penduduk berkaitan dengan kejadian banjir, pengambilan foto-foto situasi, dan lain-lain.

Waktu : 2 bulan

2. Perhitungan Periode Ulang Banjir dan Analisis Koefisien Limpasan

Kegiatan : Pertama adalah permodelan hidrolika yang bertujuan mendapatkan besaran debit banjir bandang. Kedua adalah perhitungan nilai koefisien limpasan berdasarkan pendekatan kondisi tata guna lahan DAS Rontu. Ketiga adalah permodelan hidrologi untuk mengetahui periode ulang banjir dan besaran nilai koefisien limpasan serta hidrograf banjir.

Waktu : 4 bulan

3. Interpretasi Hasil Simulasi

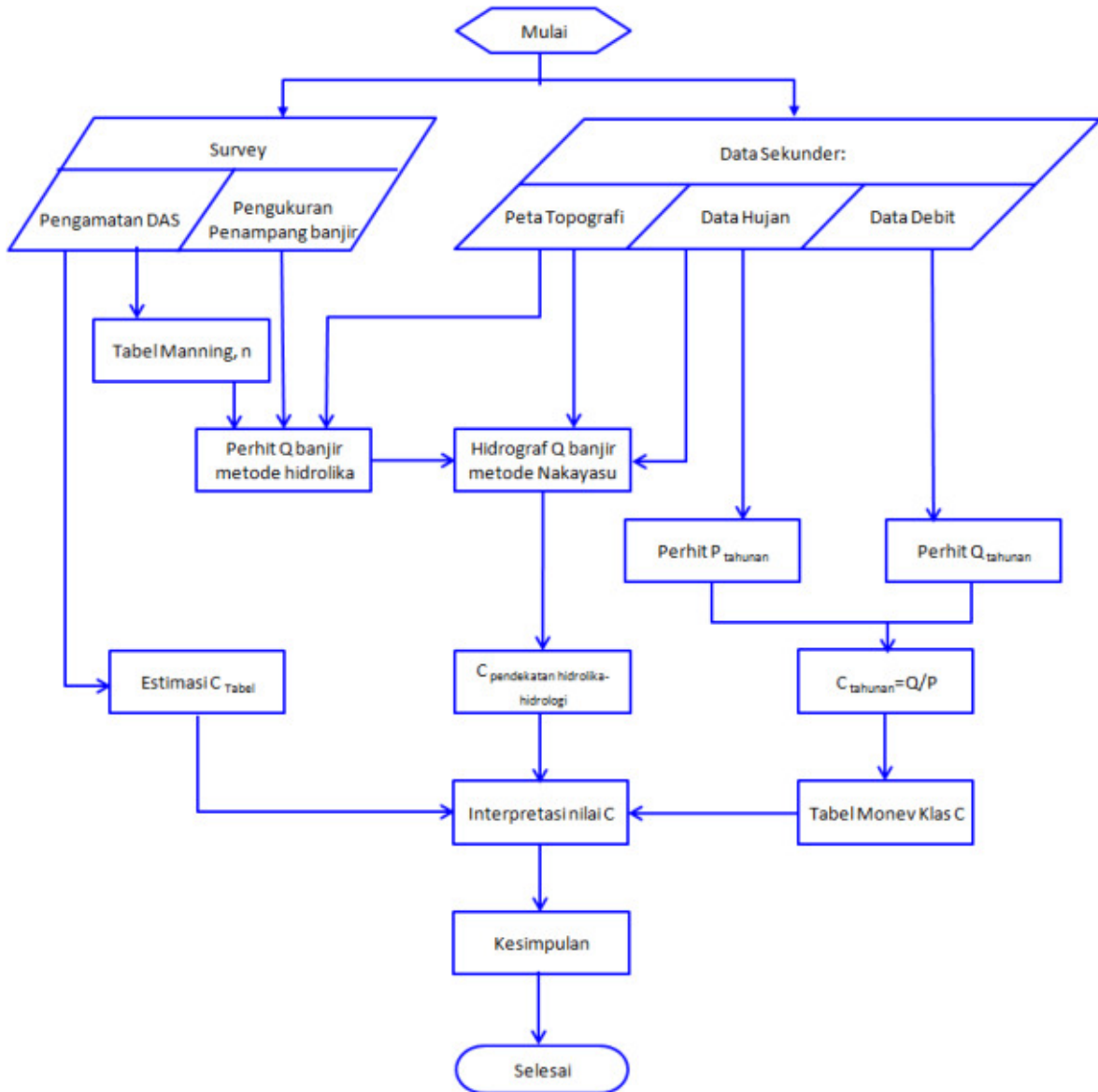
Kegiatan : Interpretasi hasil simulasi ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran kondisi tata guna lahan DAS Rontu terhadap nilai koefisien limpasan. Hasil ini dapat digunakan untuk merencanakan upaya-upaya memperbaiki kondisi DAS.

Waktu : 3 bulan

4. Pembuatan laporan dan presentasi hasil penelitian

Kegiatan : Pembuatan laporan yang berisi data-data, hasil survei, hasil simulasi, hasil analisis dan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Pada tahap ini disusun pula makalah ilmiah dan materi presentasi sebagai upaya sosialisasi hasil penelitian ke masyarakat dan kalangan ilmiah. Waktu : 2 bulan

Bagan alir dari tahapan penelitian di atas adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Bagan alir penelitian

Bagan alir pada Gambar 2 menjelaskan bahwa pekerjaan penelitian ini dibagi menjadi 4 tahap pekerjaan, yaitu pengumpulan data, permodelan dan analisis, dan interpretasi hasil dan pembuatan laporan, makalah dan presentasi.

3.2. ANALISIS KOEFISIEN LIMPASAN (C)

3.2.1. Analisis Koefisien Limpasan (C) Berdasarkan Tabel Limpasan

Dari berbagai referensi hidrologi, diketahui bahwa koefisien limpasan (C) dalam persamaan-persamaan untuk menghitung debit aliran permukaan yang berasal dari limpasan air hujan (persamaan hujan-aliran) digunakan sebagai faktor reduksi jumlah air hujan yang menjadi air limpasan. Sehingga nilai koefisien limpasan (C) = 1, berarti seluruh air hujan akan menjadi aliran limpasan.

Beberapa referensi hidrologi dan teknik sungai telah menampilkan tabel-tabel koefisien limpasan yang dibuat berdasarkan jenis tutupan lahan (land cover). Diantaranya seperti ditampilkan dalam Tabel 1 sampai Tabel 3 berikut:

Tabel 1 Koefisien Limpasan (C) Menurut Joesron Loebis

| No | Kondisi Daerah Pengaliran | Koefisien Limpasan (C) |
|----|--|------------------------|
| 1 | Daerah Pegunungan Terjal | 0,75-0,90 |
| 2 | Daerah Perbukitan | 0,70-0,80 |
| 3 | Tanah Bergelombang-bersemak | 0,50-0,75 |
| 4 | Tanah Dataran-digarap | 0,45-0,65 |
| 5 | Persawahan Irigasi | 0,70-0,80 |
| 6 | Sungai di daerah pegunungan | 0,75-0,85 |
| 7 | Sungai kecil di daratan | 0,45-0,75 |
| 8 | Sungai besar dengan 2/3 DASnya dataran | 0,50-0,75 |

Sumber: Loebis, 1984

Tabel 2 Koefisien Limpasan (C) Menurut BAPPEDA Kodya Surakarta

| No | Jenis Permukaan Tanah/Tutupan Lahan | Koefisien Limpasan (C) |
|----|--------------------------------------|------------------------|
| 1 | Jalan aspal | 0,95 |
| 2 | Daerah Industri, Terminal Induk | 0,90 |
| 3 | Daerah Perdagangan | 0,80 |
| 4 | Daerah Perumahan | 0,65 |
| 5 | Daerah Sarana Pendidikan dan Jasa | 0,50 |
| 6 | Daerah Terbuka, Jalur Hijau, Kuburan | 0,25 |

Sumber: Susilowati dan Santita (2006)

Tabel 3 Koefisien Limpasan (C) Menurut US SCS

| Slope | Runoff Coefficient, C | | | | | |
|----------------|-----------------------|------|------|--------------|------|------|
| | Soil Group A | | | Soil Group B | | |
| | <2% | 2-6% | >6 % | <2% | 2-6% | >6 % |
| Forest | 0.08 | 0.11 | 0.14 | 0.10 | 0.14 | 0.18 |
| Meadow | 0.14 | 0.22 | 0.30 | 0.20 | 0.28 | 0.37 |
| Farmland | 0.14 | 0.18 | 0.22 | 0.16 | 0.21 | 0.28 |
| Res. 1 acre | 0.22 | 0.26 | 0.29 | 0.24 | 0.28 | 0.34 |
| Res 1/2 acre | 0.25 | 0.29 | 0.32 | 0.28 | 0.32 | 0.36 |
| Res 1/3 acre | 0.28 | 0.32 | 0.35 | 0.30 | 0.35 | 0.39 |
| Res 1/4 acre | 0.30 | 0.34 | 0.37 | 0.33 | 0.37 | 0.42 |
| Industrial | 0.85 | 0.85 | 0.86 | 0.85 | 0.86 | 0.86 |
| Commercial | 0.88 | 0.88 | 0.89 | 0.89 | 0.89 | 0.89 |
| Streets: ROW | 0.76 | 0.77 | 0.79 | 0.80 | 0.82 | 0.84 |
| Parking | 0.95 | 0.96 | 0.97 | 0.95 | 0.96 | 0.97 |
| Disturbed Area | 0.65 | 0.67 | 0.69 | 0.66 | 0.68 | 0.70 |

Sumber: Bengtson, 2010.

Lanjutan Tabel 3

| Slope | Runoff Coefficient, C | | | | | |
|----------------|-----------------------|------|------|--------------|------|------|
| | Soil Group C | | | Soil Group D | | |
| | <2% | 2-6% | >6 % | <2% | 2-6% | >6 % |
| Forest | 0.12 | 0.16 | 0.20 | 0.15 | 0.20 | 0.25 |
| Meadow | 0.26 | 0.35 | 0.44 | 0.30 | 0.40 | 0.50 |
| Farmland | 0.20 | 0.25 | 0.34 | 0.24 | 0.29 | 0.41 |
| Res. 1 acre | 0.28 | 0.32 | 0.40 | 0.31 | 0.35 | 0.46 |
| Res 1/2 acre | 0.31 | 0.35 | 0.42 | 0.34 | 0.38 | 0.46 |
| Res 1/3 acre | 0.33 | 0.38 | 0.45 | 0.36 | 0.40 | 0.50 |
| Res 1/4 acre | 0.36 | 0.40 | 0.47 | 0.38 | 0.42 | 0.52 |
| Industrial | 0.86 | 0.86 | 0.87 | 0.86 | 0.86 | 0.88 |
| Commercial | 0.89 | 0.89 | 0.90 | 0.89 | 0.89 | 0.90 |
| Streets: ROW | 0.84 | 0.85 | 0.89 | 0.89 | 0.91 | 0.95 |
| Parking | 0.95 | 0.96 | 0.97 | 0.95 | 0.96 | 0.97 |
| Disturbed Area | 0.68 | 0.70 | 0.72 | 0.69 | 0.72 | 0.75 |

Sumber: Bengtson, 2010.

Catatan tambahan:

Selanjutnya menurut Bengtson, 4 (empat) group tanah SCS, yaitu:

- Group A: Deep sand; deep loess; aggregated soils
- Group B: Shallow loess; sandy loam
- Group C: Clay loams; shallow sandy loam; soils low in organic content; soils usually high in clay
- Group D: Soils that swell significantly when wet; heavy plastic clays; certain saline soils

Berikut adalah laju infiltrasi minimum dalam inches/hr untuk setiap jenis tanah menurut SCS:

- Group A.....0.30 - 0.45 in/hr
- Group B.....0.15 - 0.30 in/hr
- Group C.....0.05 - 0.15 in/hr
- Group D.....0.0 - 0.05 in/hr

3.2.2. Analisis Koefisien Limpasan (C) Berdasarkan Analitis Hidraulika-Hidrologi

Pada metode ini, akan dilakukan perbandingan atau penyetaraan besaran debit yang dihitung berdasarkan luas penampang dengan besaran debit yang dihitung berdasarkan persamaan hidrologi. Dalam penelitian ini persamaan hidrologi yang akan digunakan adalah persamaan Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu.

Menurut ilmu hidraulika, debit dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q = VA \dots\dots\dots(1)$$

Dengan:

Q = debit (m³/dt)

V = kecepatan aliran (m/dt)

A = luas penampang aliran (m²)

Menurut Manning, pendekatan nilai kecepatan adalah mengikuti persamaan:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan:

V = kecepatan aliran (m/dt)

n = koefisien kekasaran Manning

R = jari-jari hidraulika (m)

S = kemiringan permukaan aliran yang dapat didekati dengan kemiringan dasar sungai

$$R = \frac{A}{P} \dots \dots \dots (3)$$

Dengan:

R = jari-jari hidraulika (m)

A = luas penampang aliran (m²)

P = panjang penampang basah aliran (m)

Sedangkan menurut ilmu hidrologi, debit banjir dan Hidrografnya dapat dihitung dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu, seperti ditampilkan pada Gambar 3. Adapun persamaan-persamaannya adalah sebagai berikut:

1. Waktu Konsentrasi (tg):

Apabila panjang sungai, L < 15 km; maka

$$tg = 0,21 \times L^{0,7} \dots \dots \dots (4)$$

Apabila panjang sungai, L > 15 km; maka

$$tg = 0,4 + 0,058L \dots \dots \dots (5)$$

dengan: L = panjang sungai (km)

2. Waktu Hujan (tr):

$$tr = 0,5 tg \sim 1,0 tg \dots \dots \dots (6)$$

3. Waktu Naik Mencapai Puncak Banjir (Tp):

$$Tp = tg + 0,8 tr \dots \dots \dots (7)$$

4. Waktu Turun Mencapai 30% Puncak Banjir (T_{0,3}):

$$T_{0,3} = \alpha.tg \dots \dots \dots (8)$$

dengan: α = koefisien waktu turun hidrograf

5. Debit Puncak Banjir (Qp):

$$Qp = \frac{AR_0}{3,6(0,3Tp + T_{0,3})} \dots \dots \dots (9)$$

6. Hidrograf Naik (Qa) untuk $t < T_p$

$$Qa = Qp \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \dots\dots\dots(10)$$

dengan: t = interval waktu (jam)

7. Hidrograf Turun I (Qd1) (dari Q_p ke $30\%Q_p$) untuk $T_p < t < T_p + T_{0,3}$

$$Qd1 = Qp \left(0,3^{\frac{t-T_p}{T_{0,3}}} \right) \dots\dots\dots(11)$$

8. Hidrograf Turun II (Qd2) (dari $30\%Q_p$ ke $0,3^2Q_p$)

untuk $T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$

$$Qd2 = Qp \left(0,3^{\frac{t-T_p+0,5T_{0,3}}{1,5T_{0,3}}} \right) \dots\dots\dots(12)$$

9. Hidrograf Turun III (Qd3) (setelah $0,3^2Q_p$)

untuk $t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$

$$Qd3 = Qp \left(0,3^{\frac{t-T_p+1,5T_{0,3}}{2T_{0,3}}} \right) \dots\dots\dots(13)$$

10. Hujan Efektif:

$$Rt = \left(\frac{R_{24}}{T} \right) \left(\frac{T}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(14)$$

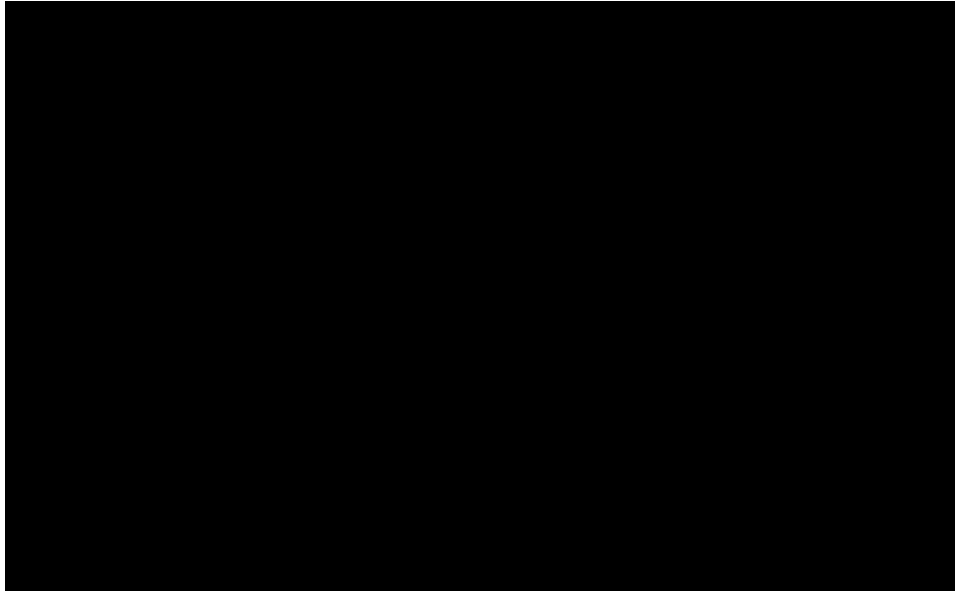
$$Rt' = t.Rt - (t-1).R_{(t-1)} \dots\dots\dots(15)$$

$$Re = C.Rt' \dots\dots\dots(16)$$

dengan: R_{24} = curah hujan harian (24 jam) maksimum (mm)

T = durasi hujan (jam)

t = interval hujan (jam)



Gambar 3 Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu

3.2.3. Analisis Koefisien Limpasan (C) Berdasarkan Perbandingan Antara Tinggi Limpasan Tahunan Dan Tinggi Curah Hujan

Koefisien limpasan tahunan adalah bilangan yang menunjukkan perbandingan (nisbah) antara rata-rata tebal limpasan tahunan terhadap rata-rata curah hujan penyebabnya, nilainya $0 < C < 1$. Besarnya nilai C mengikuti persamaan sebagai berikut:

$$C = \frac{QT}{R} \dots\dots\dots(17)$$

- dengan: C = Koefisien Limpasan
- QT = Tebal Limpasan (mm)
- R = Curah Hujan (mm)

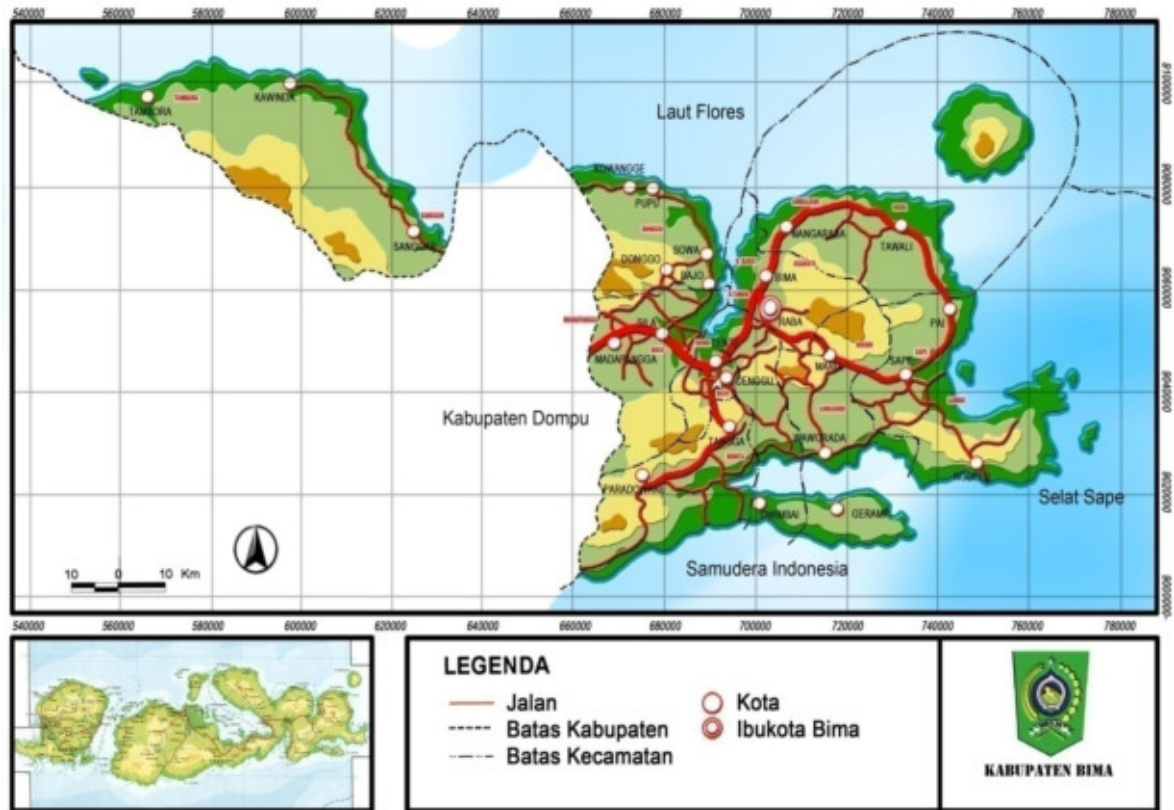
Tabel 4 Nilai C tahunan

| No | Nilai C | Kelas DAS |
|----|-------------|-----------|
| 1 | 0,0 ~ 0,25 | Baik |
| 2 | 0,25 ~ 0,50 | Sedang |
| 3 | 0,51 ~ 1,0 | Jelek |

(Sumber: Dir. Jend. Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan, 2009)

3.3. LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 4. Lokasi Kota Bima

3.4. INDIKATOR PENCAPAIAN

Indikator pencapaian penelitian ini adalah

1. Kelengkapan data hujan dan tata guna lahan DAS Rontu,
2. Didapatnya besaran debit banjir bandang, debit-debit banjir periode ulang tertentu dan besaran nilai koefisien limpasan
3. Laporan Penelitian, dan
4. Makalah Jurnal.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. KOEFISIEN LIMPASAN BERDASARKAN OBSERVASI DAERAH ALIRAN SUNGAI RONTU

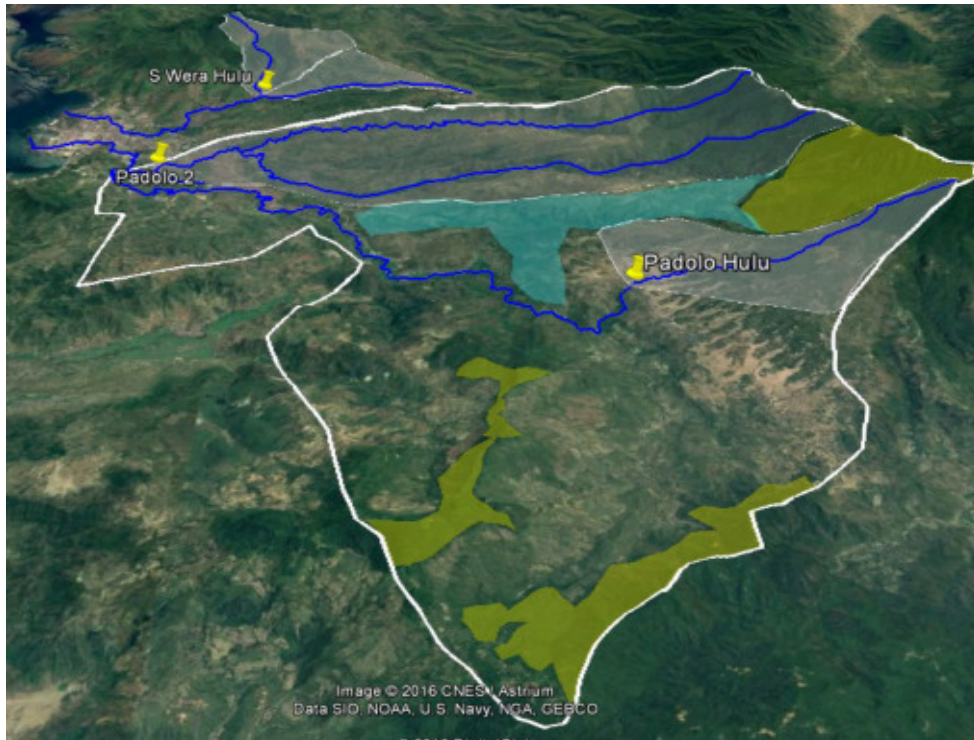
Hasil pengamatan DAS ditunjukkan dalam Gambar 5 berikut:



Gambar 5 Kondisi Tata Guna Lahan DAS

Gambar 5 menunjukkan kondisi tata guna lahan di DAS Rontu di posisi paling tinggi. Sebagian besar wilayah DAS telah dikelola menjadi lahan pertanian (lading dan kebun) dengan macam tanaman meliputi: jagung, kacang tanah, kacang hijau, kedelai, ubi jalar, ubi kayu, cabai, dan sayur-mayur lainnya.

Berdasarkan kondisi topografi dan tutupan lahan seperti ditunjukkan dalam Gambar 5. Kondisi yang sesuai dengan Tabel 1 adalah: Daerah perbukitan, tanah bergelombang-bersemak, tanah digarap, sehingga nilai koefisien limpasan (C) akan berkisar antara 0,45 sampai 0,8. Nilai rata-rata C keseluruhan DAS akan didapat berdasarkan nilai pemberat luasan area masing-masing tipe topografi dan jenis tutupan lahan, seperti ditunjukkan dalam Gambar 6.



Gambar 6 Kondisi Tutupan Lahan DAS Rontu Tahun 2016

Gambar 6 menunjukkan kondisi tutupan lahan DAS Rontu yang diambil dari Peta Google, image Tahun 2016. Masing-masing kondisi tutupan kemudian dicari luasannya dengan menggunakan Program Google Earth Pro yang hasilnya ditabelkan dalam Tabel 5. Di dalam Tabel 5 sekaligus dihitung besarnya rata-rata C DAS Rontu.

Tabel 5 Perhitungan Koefisien Limpasan Berdasarkan Tabel limpasan

| No | C | A | CxA |
|----|------|--------|---------|
| 1 | 0.6 | 7.11 | 4.266 |
| 2 | 0.7 | 12.9 | 9.03 |
| 3 | 0.5 | 3.96 | 1.98 |
| 4 | 0.75 | 14.9 | 11.175 |
| 5 | 0.8 | 195.13 | 156.104 |

Sehingga didapat rata-rata nilai C DAS Rontu sebesar 0,78

4.2. KOEFISIEN LIMPASAN BERDASARKAN PERHITUNGAN HIDRAULIKA-HIDROLOGI

Observasi penampang banjir mulai dari hulu sampai muara sungai ditunjukkan dalam Gambar 7 dan Gambar 8 sebagai berikut:



Gambar 7 Kondisi Dan Pengukuran Penampang Banjir

Gambar 7 menunjukkan kondisi penampang sungai yang sempit dengan tebing-tebing sungai yang telah rusak akibat luapan banjir. Gambar 7 juga menunjukkan adanya sebuah bendung dan jembatan yang hancur akibat terjangan banjir. Rata-rata kedalaman banjir ditunjukkan dalam Gambar 7 sedalam $\pm 1,50$ m dengan luas areal banjir $17,8 \text{ km}^2$.

Selanjutnya Gambar 8 di bawah menunjukkan kondisi beberapa titik penampang sungai yang menyempit karena pembangunan perumahan serta kondisi gelagar jembatan yang melintang sungai dengan tinggi jagaan 1 m. gambar 8 juga menunjukkan kondisi muara sungai yang membelok, bersedimen tinggi, pemanfaatan menjadi tambak-tambak dan mudah terpengaruh pasang surut.

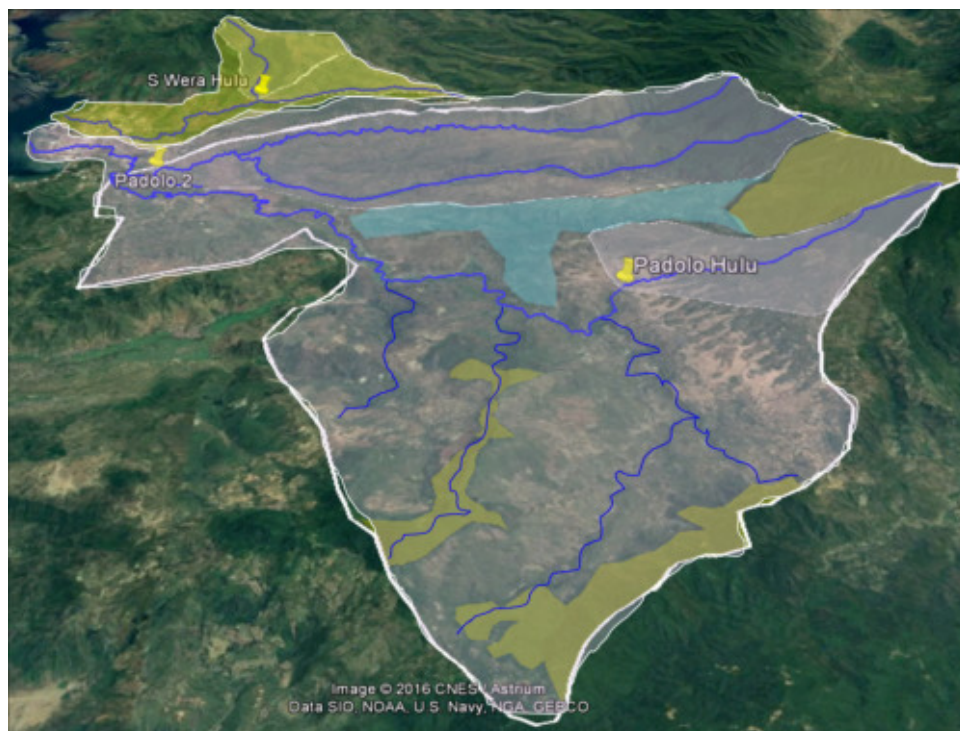
Kondisi penyempitan penampang sungai akibat perkembangan permukiman sangat memungkinkan menyebabkan luapan air sungai saat terjadi banjir puncak. Demikian juga dengan kondisi muara Sungai Rontu yang membelok ke arah kanan dan telah hampir

penuh dengan sedimen. Muara Sungai Rontu ini telah banyak beralih fungsi menjadi tambak-tambak. Hal ini akan menghambat laju aliran alir Sungai Rontu menuju laut akibat penghambatan aliran pada belokan dan pendangkalan oleh sedimen.

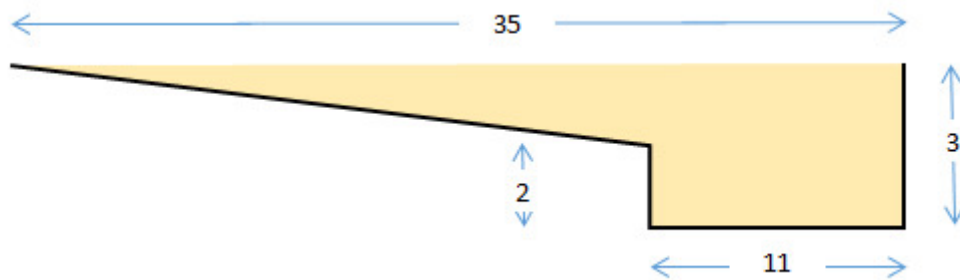


Gambar 8 Kondisi Bagian Tengah Dan Muara Sungai

Gambar 9 menunjukkan luas DAS Rontu/Padolo dan anak-anak sungainya



Gambar 9 Peta DAS Rontu

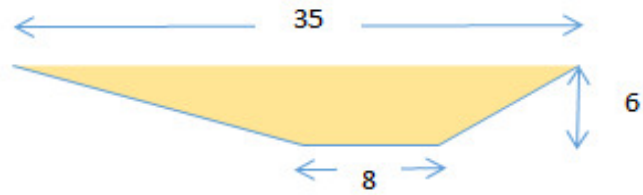


Gambar 10 Penampang Banjir di Upstream Sungai Rontu (S Oiwobo)

Sesuai Gambar 10 (penampang banjir di upstream Sungai Rontu), berdasarkan persamaan (1) ~ (3), diperoleh estimasi debit banjir di penampang tersebut pada Tanggal 23 Desember 2016 adalah sebagai berikut:

| Sungai Oiwobo | | Luas penampang | | | Kecepatan aliran | |
|-------------------------|-------|----------------|----|-------|------------------|--------------------------|
| Beda elevasi | 25 | 35 | 3 | 69 | v = | 1.536 m/dt |
| Panjang pias sungai | 1147 | 11 | 2 | 22 | | |
| Kemiringan dasar sungai | 0.022 | | | 91 | | |
| | | Perimeter | | | Debit | |
| Beda elevasi | 25 | 3 | 21 | 21.21 | Q = | 139.8 m ³ /dt |
| Panjang pias sungai | 1503 | | | 2 | | |
| Kemiringan dasar sungai | 0.017 | | | 11 | | |
| | | | | 2 | | |
| Kemiringan dasar rerata | 0.019 | 3 | 3 | 4.243 | | |
| | | | | 40.46 | | |

Dalam perhitungan hidrologi dengan metode Hidrograf Nakayasu menggunakan persamaan (4) ~ (16), berdasarkan iterasi nilai koefisien Limpasan (C) diketahui debit puncak yang mendekati nilai 139,8 m³/dt didapatkan dari koefisien Limpasan (C) bernilai 0,83. Selanjutnya estimasi nilai koefisien limpasan (C) berdasarkan penampang lainnya, adalah sebagai berikut.

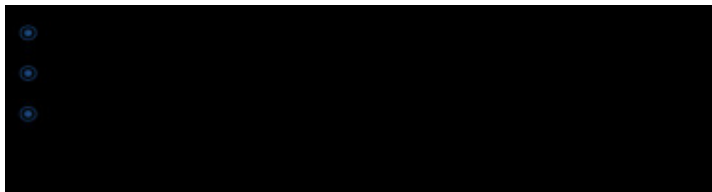


Gambar 11 Penampang Banjir di Middle stream Sungai Rontu (S Rababoda)

Sesuai Gambar 11 (penampang banjir di Middle stream Sungai Rontu), berdasarkan persamaan (1) ~ (3), diperoleh estimasi debit banjir di penampang tersebut pada Tanggal 23 Desember 2016 adalah sebagai berikut:

| Sungai Rababoda | | Penampang | | Kecepatan | |
|------------------------|---------|-------------|--------------------|---------------------------|--|
| Beda elevasi | 12.5 | Lebar atas | 35 m | 1.78 m/dt | |
| Panjang pias sungai | 2044 | Lebar bawah | 8 m | | |
| Kemiringan dasar sunga | 0.00612 | Dalam | 6 m | | |
| n | 0.1 | Luas | 129 m ² | Debit | |
| | | P | 37.55 m | 229.69 m ³ /dt | |
| | | R | 3.44 m | | |

Dengan menggunakan persamaan (4) ~ (16), berdasarkan iterasi nilai koefisien Limpasan (C) diketahui debit puncak yang mendekati nilai 229,69 m³/dt didapatkan dari koefisien Limpasan (C) bernilai 0,61. Estimasi rata-rata nilai koefisien limpasan (C) berdasarkan penampang kedua penampang tersebut adalah:



Sehingga diketahui nilai rata-rata koefisien limpasan DAS Rontu saat terjadi banjir Tanggal 23 Desember 2016 adalah sebesar 0,66. Selanjutnya berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa kondisi DAS Rontu telah rusak (*disturbed area*).

4.3. PERHITUNGAN KOEFISIEN LIMPASAN TAHUNAN

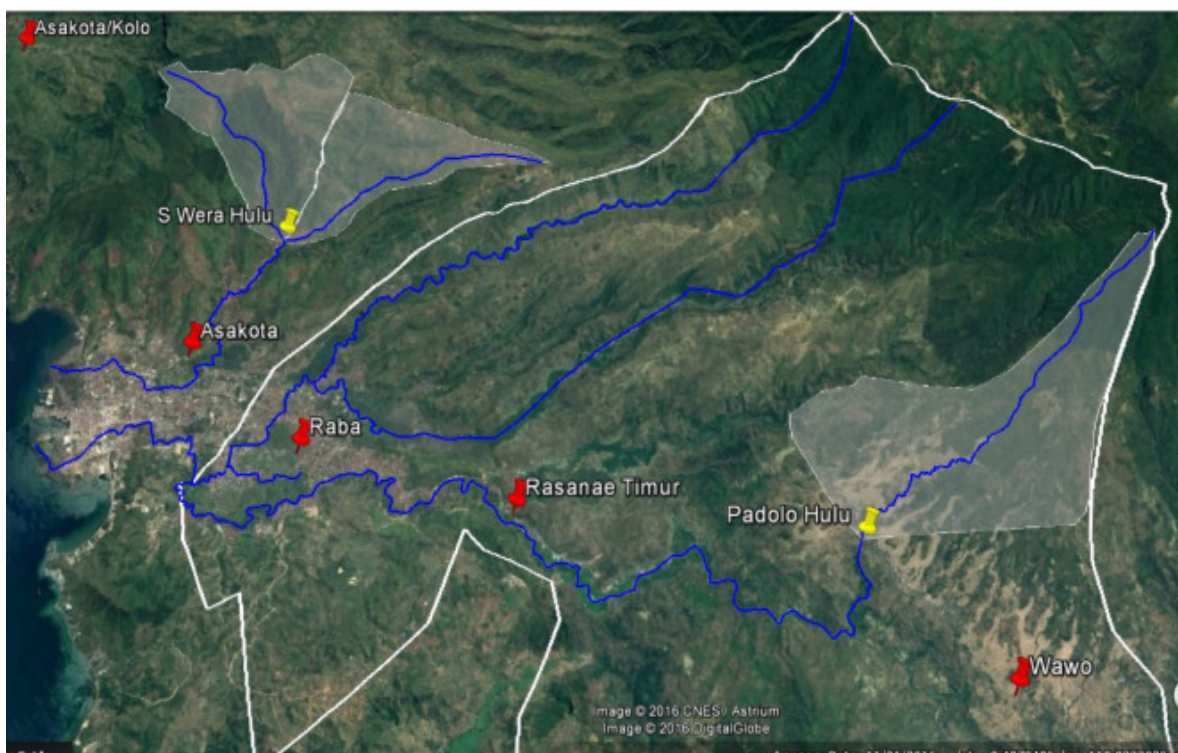
Berdasarkan data AWLR Lampe, diketahui tinggi limpasan tahunan rata-rata (Q_t) = 518,43 mm, sedangkan berdasarkan data hujan Pos Lampe, diketahui tinggi hujan tahunan rata-rata (P_t) = 683,9 mm. Sehingga didapat Nilai $C = Q_t/P_t = 0,76$. Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa kondisi DAS Rontu telah menjadi jelek (*critical*).

4.4. SUNGAI-SUNGAI DAN POS-POS HUJAN

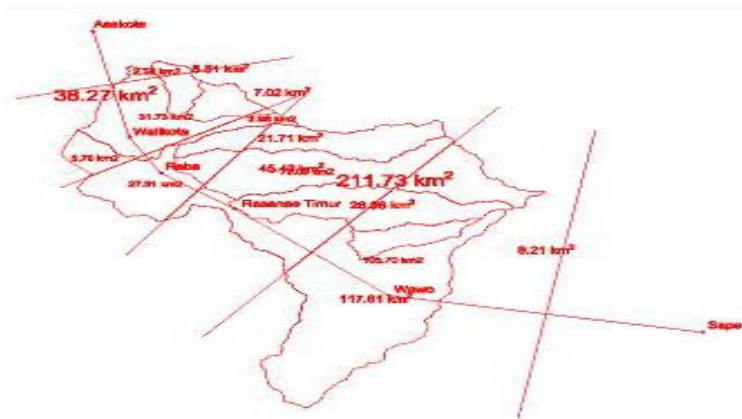
Berdasarkan inventarisasi pos-pos hujan di sekitar lokasi penelitian, diketahui bahwa pos-pos hujan yang berpengaruh terhadap DAS Rontu adalah sebagai berikut:

1. Pos Hujan Asakota/Kolo,
2. Pos Hujan Asakota,
3. Pos Hujan Raba,
4. Pos Hujan Rasanae Timur, dan
5. Pos Hujan Wawo

Gambar 12 menunjukkan lokasi pos-pos hujan yang berpengaruh terhadap DAS Rontu. Sedangkan Gambar 13 menunjukkan luas pengaruh masing-masing pos hujan.



Gambar 12 Pos-pos hujan yang berpengaruh terhadap DAS Rontu



Gambar 13 Luas Pengaruh Pos Hujan Berdasarkan Poligon Thiessen

Tabel 6 Data Curah Hujan tanggal 20, 21, 22, dan 23 Desember 2016

| Pos Hujan | Curah hujan terukur (mm) 20 Des 2016 | Curah hujan terukur (mm) 21 Des 2016 | Curah hujan terukur (mm) 22 Des 2016 | Curah hujan terukur (mm) 23 Des 2016 |
|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Kolo | 116 Sangat Lebat | 105 Sangat Lebat | 40 Sedang | 208 Sangat Lebat |
| Asakota | 98 Lebat | 104 Sangat Lebat | 2 Sangat Ringan | 163 Sangat lebat |
| Raba | 23 Sedang | 101 Sangat Lebat | 29 Sedang | 129 Sangat Lebat |
| Rasanae Timur | - Tidak ada hujan | 124 Sangat Lebat | 13 Ringan | 107 Sangat Lebat |
| Wawo | 15 Ringan | 111 Sangat Lebat | 55 Lebat | 35 Sedang |
| Sape | 95 Lebat | 22 Sedang | 83 Lebat | 1 Ringan |
| AAWS WALIKOTA | 1.2 Ringan | 130.4 Sangat Lebat | 67.6 Lebat | 103 Sangat Lebat |

(Sumber: BMKG Salahuddin, 2017)

4.5. PERHITUNGAN HUJAN RERATA DAS

Dari Table 6 diketahui secara umum telah terjadi hujan besar berurutan pada Tanggal 20, 21, 22, dan 23 Desember 2016. Berdasarkan luas pengaruh pos hujan dan data

hujan yang ditunjukkan dalam Tabel 6, diketahui hujan rata-rata saat terjadi banjir Tanggal 21 dan 23 Desember 2016, adalah seperti ditampilkan dalam Table 7 sebagai berikut:

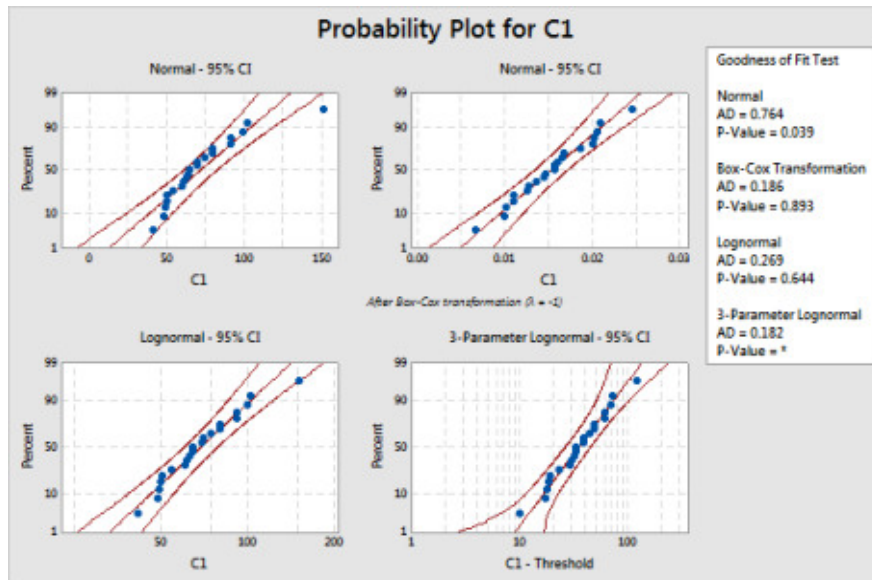
Tabel 7 Perhitungan Hujan Rerata DAS

| DAS Nangarade | | | | | | | |
|------------------|---------------|----------------------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | | Hujan (mm) | | | |
| No | Nama Stasiun | Luas Pengaruh (km ²) | Luas Pengaruh (%) | 20 Des 2016 | 21 Des 2016 | 22 Des 2016 | 23 Des 2016 |
| | Asakota | 2.58 | 7% | 98 | 104 | 2 | 163 |
| | AAWS Walikota | 31.73 | 83% | 1.2 | 130.4 | 67.6 | 103 |
| | Raba | 3.98 | 10% | 23 | 101 | 29 | 129 |
| | | 38.29 | 1 | | | | |
| Rerata hujan DAS | | | | 9.99 | 125.57 | 59.17 | 109.75 |
| | | | | | | | |
| DAS Rontu | | | | | | | |
| | | | | Hujan (mm) | | | |
| No | Nama Stasiun | Luas Pengaruh (km ²) | Luas Pengaruh (%) | 20 Des 2016 | 21 Des 2016 | 22 Des 2016 | 23 Des 2016 |
| | AAWS Walikota | 5.7 | 3% | 1.2 | 130.4 | 67.6 | 103 |
| | Raba | 27.31 | 13% | 23 | 101 | 29 | 129 |
| | Rasanae Timur | 73.09 | 35% | 0 | 124 | 16 | 129 |
| | Wawo | 105.7 | 50% | 15 | 111 | 55 | 107 |
| | | 211.8 | 100% | | | | |
| Rerata hujan DAS | | | | 10.48 | 114.72 | 38.53 | 117.32 |

Dari table 7 diketahui bahwa besarnya curah hujan rata-rata di DAS Rontu saat terjadi banjir Tanggal 21 dan 23 Desember 2016 adalah 114,72 mm dan 117,32 mm. Berdasarkan luas keseluruhan DAS Rontu (260,83 km²), diketahui bahwa curah hujan rata-rata DAS tersebut menghasilkan debit banjir sebesar 816,4 m³/dt dan 834,9 m³/dt. Sedangkan berdasarkan pengukuran lapangan, didapat besarnya kapasitas maksimum penampang Sungai Rontu hanya 314,5 m³/dt. Sehingga terjadi luapan banjir dari Sungai Rontu sebesar 501,9 m³/dt dan 520,4 m³/dt memasuki Kota Bima pada Tanggal 21 dan 23 Desember 2016.

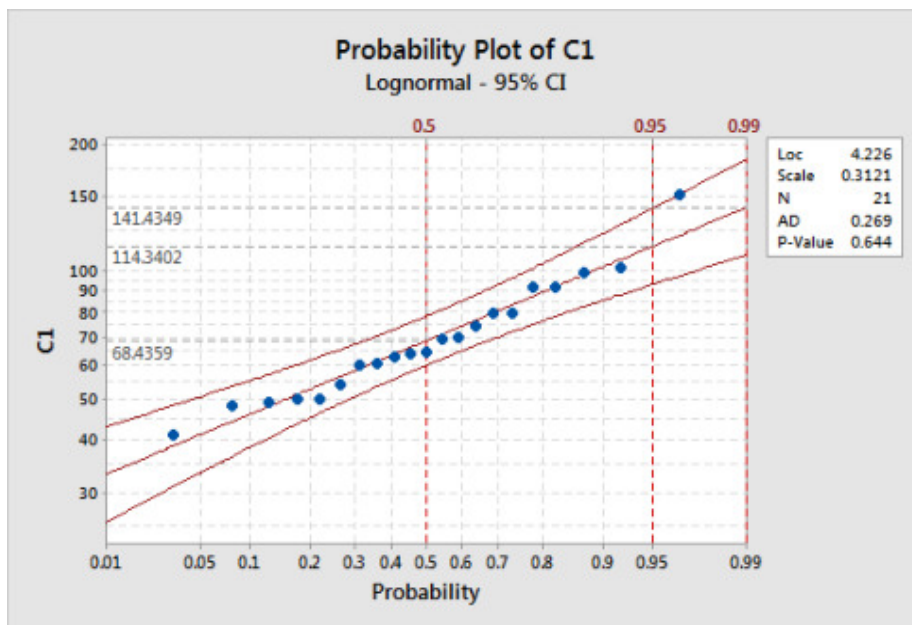
4.6. ESTIMASI PERIODE ULANG BANJIR

Estimasi periode ulang kejadian banjir tersebut didekati berdasarkan perhitungan periode ulang hujan maksimum (117,32 mm). Estimasi periode ulang hujan maksimum tersebut dihitung berdasarkan data hujan dari BMKG mulai Tahun 1993~2013 (BMKG Salahuddin, 2017) dengan metode Frequency Analysis. Perhitungan Periode ulang hujan maksimum dengan bantuan software minitab ditunjukkan dalam Gambar 14 dan Gambar 15 serta Tabel 8.



Gambar 14 Probability Plot

Gambar 14 menunjukkan bahwa data hujan yang digunakan dalam penelitian ini berdistribusi Log Normal.



Gambar 15 Probability Plot

Tabel 8 Besarnya Curah Hujan Maksimum dan Probabilitasnya

| Probability | C1 |
|-------------|---------|
| 0.01 | 33.1140 |
| 0.02 | 36.0541 |
| 0.03 | 38.0535 |
| 0.04 | 39.6303 |
| 0.05 | 40.9609 |
| 0.06 | 42.1286 |
| 0.07 | 43.1799 |
| 0.08 | 44.1434 |
| 0.09 | 45.0383 |
| 0.1 | 45.8781 |
| 0.2 | 52.6291 |
| 0.3 | 58.1054 |
| 0.4 | 63.2339 |
| 0.5 | 68.4359 |
| 0.6 | 74.0659 |
| 0.7 | 80.6032 |
| 0.8 | 88.9903 |
| 0.9 | 102.085 |
| 0.91 | 103.989 |
| 0.92 | 106.097 |
| 0.93 | 108.464 |
| 0.94 | 111.071 |
| 0.95 | 114.340 |
| 0.96 | 118.170 |
| 0.97 | 123.076 |
| 0.98 | 129.901 |
| 0.99 | 141.435 |

Dalam Tabel 8, ditunjukkan bahwa curah hujan sebesar 117,32 mm atau diantara 114 dan 118 mm terjadi dengan probabilitas 0,95 sampai 0,96 atau berperiode ulang ± 20 tahunan.

BAB V

KESIMPULAN

1. Saat terjadi banjir tanggal 23 Desember 2016, koefisien limpasan rata-rata DAS Rontu (C rata-rata) = 0,66
2. Berdasarkan Tabel Koefisien Limpasan, nilai $C_r = 0,66$ merupakan kondisi DAS berupa “disturbed Area” yang diketahui bahwa dengan curah hujan rata-rata DAS, $r = 114$ mm dan 117 mm menghasilkan debit banjir sebesar $816,4$ m³/dt dan $834,9$ m³/dt.
3. Hasil analisis $C_{\text{tahunan}} = 0.76$. Menurut Tabel Monev P.04/V-SET/2009, DAS Rontu sudah berklasifikasi jelek (*critical*).
4. Dikarenakan kapasitas maksimum Sungai Rontu adalah sebesar $314,5$ m³/dt. Sehingga pada Tanggal 21 dan 23 Desember 2016 terjadi luapan banjir dari Sungai Rontu sebesar $501,9$ m³/dt dan $520,4$ m³/dt memasuki Kota Bima.
5. Berdasarkan analisis frekuensi, diketahui bahwa curah hujan yang terjadi pada tanggal 21 atau 23 Desember 2016 berperiode ulang 20 tahun. Sehingga, diperkirakan periode ulang banjir ± 20 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M. J. B., Matin, A. (2005). Study of plotting position formulae for Surma basin in Bangladesh. *Journal of Civil Engineering (IEB)*, 33(1), 9–17.
- Bengtson, H., 2010. Runoff Coefficients for Use in Rational Method Calculations. Artikel Ilmiah. <http://www.brighthubengineering.com/hydraulics-civil-engineering/93173-runoff-coefficients-for-use-in-rational-method-calculations/>. Diakses: Tanggal 05/04/2017.
- BR, SriHarto. (1993). Analisis Hidrologi. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- BWS NT1, 2012. Data Dan Informasi Pengelolaan Sumber Daya Air Tahun 2012 Wilayah Sungai Lombok Dan Wilayah Sungai Sumbawa. Kementerian Pekerjaan Umum. Direktorat Jenderal Sumber Daya Air.
- Chitrakar, P. (2004). MICRO-HYDROPOWER DESIGN AIDS MANUAL. Small Hydropower Promotion Project for Kathmandu. Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ).
- Dir. Jend. Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan, 2009. Pedoman Monitoring Dan Evaluasi Daerah Aliran Sungai. Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan Dan Perhutanan Sosial Tentang Monitoring Dan Evaluasi Daerah Aliran Sungai, Nomor: P.04/V-SET/2009.
http://ekowisata.org/wp-content/uploads/2011/03/P_4_2009_RLPS_Lampiran.pdf.
Diakses tanggal: 06/04/2017
- Dooge, J. C. (1957). The rational method for estimating flood peaks. *Engineering*, 184(1), 311–313.
- Jakeman, A. J., Littlewood, I. G., & Whitehead, P. G. (1990). Computation of the instantaneous unit hydrograph and identifiable component flows with application to two small upland catchments. *Journal of Hydrology*, 117(1), 275–300.
- Linsley, R. K. (1986). Flood estimates: how good are they? *Water Resources Research*, 22(9S), 159S–164S.
- Loebis, J., 1984: Banjir Rencana Untuk Bangunan Air, Departemen. Pekerjaan Umum, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta
- Nilsen, Irena Bronx. (2011). Runoff coefficients during extreme rainfall: The influence of runoff coefficients on runoff in flash flood-prone catchments - A case study of the small catchment Sæternbekken in Norway. Master Thesis in Geosciences Discipline:

Hydrology, Department of Geosciences, Faculty of Mathematics and Natural Sciences. UNIVERSITY OF OSLO.

Shrestha, M. K., Chaudhary, S., Maskey, R. K., & Rajkarnikar, G. (2010). Comparison of the Anomaly of Hydrological Analysis tools used in Nepal. *Journal of Hydrology and Meteorology*, 7(1), 30–39.

Susilowati dan Santita, T.N.R., 2006. Analisis Perubahan Tata Guna Lahan Dan Koefisien Limpasan Terhadap Debit Drainase Perkotaan. Artikel Ilmiah. *Media Teknik Sipil*/Januari 2006.

<http://media.sipil.ft.uns.ac.id/index.php/mts/article/viewFile/15/15>. Diakses: Tanggal 05/04/2017

Triatmodjo, B. 2010. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset