



**PENGARUH KEMIRINGAN LAHAN DAN INTENSITAS
HUJAN PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) PERSEGI
PANJANG TERHADAP RAINFALL HYDROGRAPH**

PROYEK AKHIR

Oleh

**Abdi Rahmani
NIM 111903103010**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**



**PENGARUH INTENSITAS HUJAN TERHADAP
KEMIRINGAN LAHAN PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI
(DAS) PERSEGI PANJANG TERHADAP RAINFALL
HYDROGRAPH**

TUGAS AKHIR

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Diploma III Teknik Sipil
dan mencapai gelar Ahli Madya Teknik

Oleh

**Abdi Rahmani
NIM 111903103010**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Segala puji syukur hanya kepada-Mu ya Allah atas segala rahmat dan hidayah yang engkau berikan sehingga saya bisa menjalani kehidupan dengan kebahagiaan dan kelancaran dalam menyelesaikan tugas akhir ini tepat waktu. Akhirnya dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih Dan Penyayang, dengan kerendahan hati kupersembahkan sebuah karya kecil ini sebagai wujud terimakasih, bakti, dan cintaku pada :

- ALLAH SWT yang telah memberikan segala limpahan rahmat, nikmat dan karunia serta keajaiban-keajaiban yang selalu menyertai dalam menjalani kehidupanku.
- Kedua orang tua saya yang selalu ku banggakan, aku sangat bangga dengan perjuangan beliau yang begitu gigih, begitu keras memperjuangkan anak anaknya agar kelak mempunyai kehidupan yang mapan, sujud sukur ku haturkan kepadamu ayahanda Sudiono dan Ibunda Yuli Fitria. Terimakasih ku takkan pernah padam sampai akhir hayat ku. Terimakasih atas segala kasih sayang, pengorbanan, doa, dan semangat serta semua yang telah engkau berikan sejak aku kecil hingga sekarang ini.
- Semua saudara-saudaraku ku tercinta mbak Indah Yani Mustikawati, Abdi Wijaya (adel), Aulia Winda Sari, Taufih hidayat, terimakasih atas kasih sayang, doa, dan semangat yang kalian berikan selama ini.
- Almamaterku di TK PGRI Suci 1, SDN Suci 1, MTS Al-Firdaus, M.A Al-Firdaus, dan Fakultas Teknik Universitas Jember. Terimakasih atas ilmu yang telah diberikan selama ini.

MOTTO

“Jangan pernah menyerah teruslah berusaha walau harus berjalan tertatih tatih dan
walau duri duri menghadang,

ALLAH selalu memberi yang terbaik buat hambanya yang selalu berusaha
semaksimal mungkin”

“Jadilah anak yang berbakti kepada orang tuamu selagi mereka masih ada, salah
satunya dengan lulus tepat waktu”

(ABDI RAHMANU)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Abdi Rahmani

NIM : 111903103010

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Intensitas Hujan Terhadap Kemiringan Lahan Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Persegi Panjang Terhadap Rainfall hydrograph” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, mei 2014
Yang menyatakan,

Abdi Rahmani
NIM 111903103010

TUGAS AKHIR

**PENGARUH INTENSITAS HUJAN TERHADAP
KEMIRINGAN LAHAN PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI
(DAS) PERSEGI PANJANG TERHADAP RAINFALL
HYDROGRAPH**

Oleh

Abdi Rahmani
NIM 111903103010

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.

Dosen Pembimbing Anggota : Wiwik Yunarni W., S.T., M.T.

PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul “Pengaruh Intensitas Hujan Terhadap Kemiringan Lahan Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Persegi Panjang Terhadap Rainfall hydrograph” telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji :

Ketua,

Sekretaris,

Sri Wahyuni, ST., MT., Ph.D
NIP 19711209 199803 2 001

Dr.Ir. Entin Hidayah, M.UM.
NIP 19661215 199503 2 001

Anggota I,

Anggota II,

Wiwik Yunarni W, ST., MT.
NIP 19700613 199802 2 001

Januar Fery Irawan. ST., M.Eng.
NIP 19760111 200012 1 002

Mengesahkan :
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Jember

Ir. Widyono Hadi, MT.
NIP 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Pengaruh Intensitas Hujan Terhadap Kemiringan Lahan Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Persegi Panjang Terhadap Rainfall Hydrograph ; Abdi Rahmani ; 111903103010 ; 2014 ; 112 halaman ; Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember .

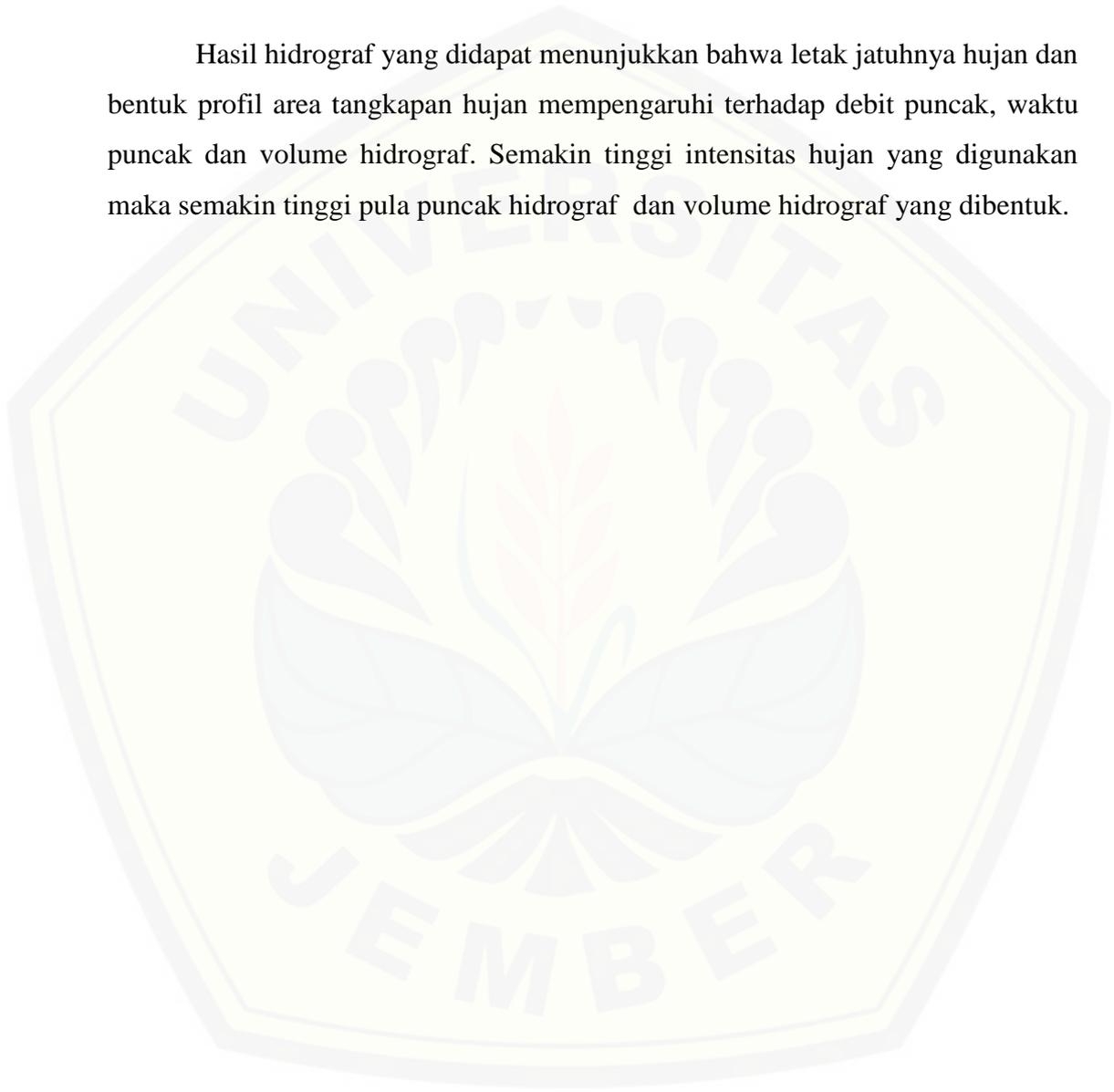
S10 Rainfall Hydrographs adalah alat untuk memodelkan Curah hujan hidrograf yang berguna untuk menunjukkan proses fisik pada hidrologi dalam skala kecil. Alat ini memiliki pengatur untuk menentukan turunnya hujan yang dapat direncanakan sesuai waktu yang dibutuhkan. *S10 Rainfall Hydrographs* sudah didesain seaman mungkin untuk digunakan, dan perawatan sesuai dengan petunjuk penggunaan ini. Seperti peralatan yang lain, bahaya tetap bisa terjadi jika salah penggunaan, salah penanganan, dan tidak dirawat dengan baik.

Penelitian menggunakan *S10 Rainfall Hydrographs* untuk mengetahui respon hidrologi suatu DAS yang berbentuk persegi panjang dengan menggunakan intensitas hujan 1000cc/menit, 1500cc/menit, 2000cc/menit, 2500 cc/menit dan 2750 cc/menit pada kemiringan 2° . Durasi hujan 60 detik dengan Pengambilan data diambil tiap 25 detik. Perlakuan hujan merata dan tidak merata (hulu dan hilir). Secara teoritik, penelitian ini akan memberikan pengetahuan dan pemahaman yang lebih mendalam tentang penggunaan alat *S10 Rainfall Hidrographs* yang sesuai dengan prosedur dan cara kerjanya.

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan hasil dari penelitian ini adalah hasil hidrograf yang terjadi pada profil area tangkapan hujan (A) yang membentuk aliran lurus di tengah dengan kondisi tanah disamping kiri kanannya miring dengan kemiringan 2° dan dengan kepadatan 1.40% atau tumbukan sebanyak 30 kali memiliki waktu menuju puncak tercepat dan puncak hidrograf tertinggi pada setiap letak hujan dibandingkan profil area tangkapan (B) membentuk aliran berkelok-kelok di tengah dengan kondisi tanah disamping kiri kanannya miring dengan kemiringan 2° dan dengan kepadatan 1.40% atau

tumbukan sebanyak 30 kali. Hasil data debit puncak hidrograf tertinggi, waktu capai puncak tercepat, dan volume hidrograf terbanyak terjadi pada hujan di hilir. Dengan debit puncak $11309 \text{ mm}^3/\text{detik}$ untuk mencapai puncak dengan rentan waktu (76-100 detik) dan volume total terbanyak sebesar 2704080 mm^3 .

Hasil hidrograf yang didapat menunjukkan bahwa letak jatuhnya hujan dan bentuk profil area tangkapan hujan mempengaruhi terhadap debit puncak, waktu puncak dan volume hidrograf. Semakin tinggi intensitas hujan yang digunakan maka semakin tinggi pula puncak hidrograf dan volume hidrograf yang dibentuk.



SUMMARY

Effect of Rainfall Intensity Of Land At The slope of the Watershed (DAS) Rectangle Against Rainfall hydrograph; Abdi Rahmanu; 111903103010; 2014; 112 pages; Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

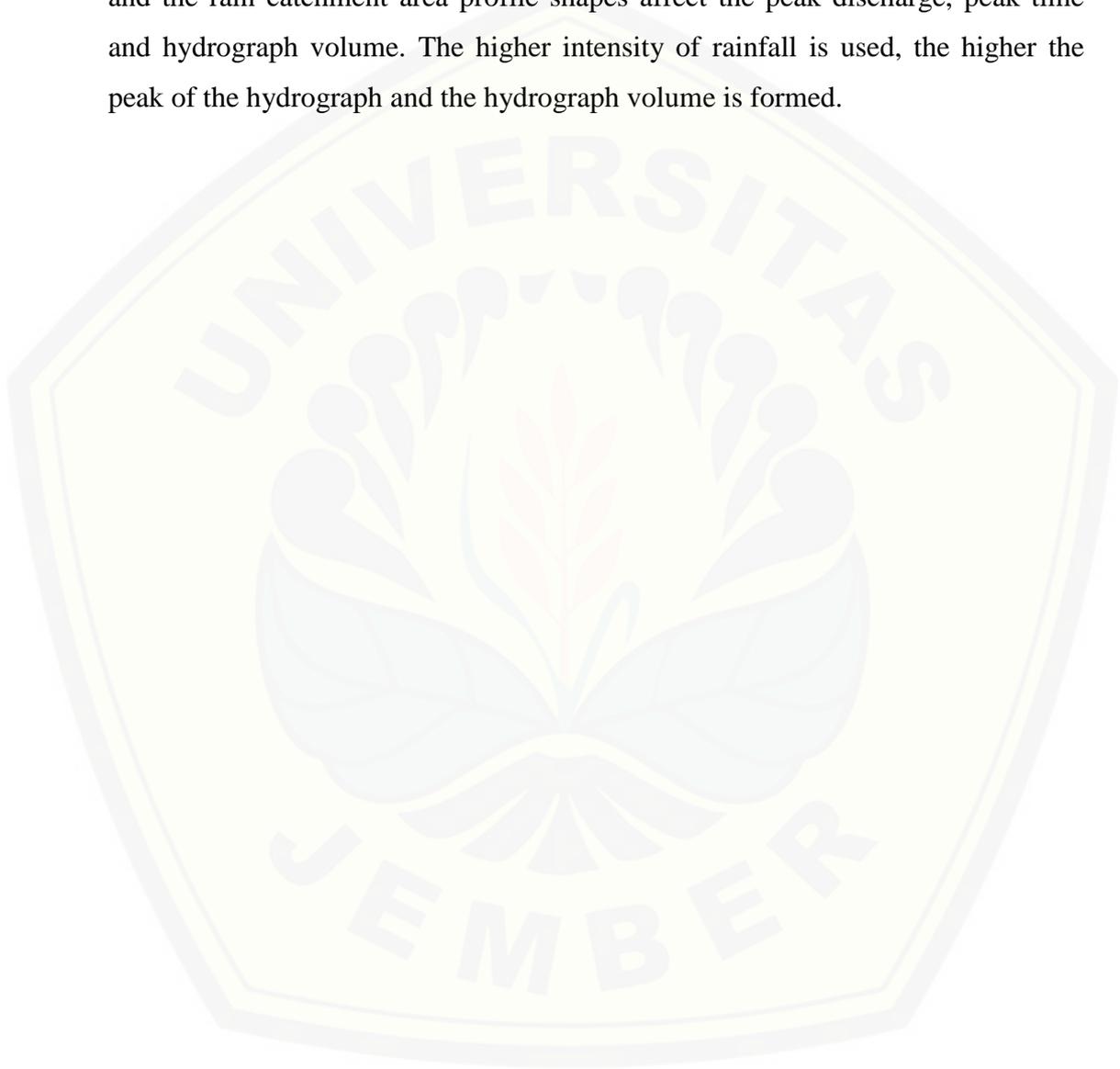
Rainfall Hydrographs S10 is a tool for modeling rainfall hydrograph is useful to demonstrate the physical processes on a small scale hydrology. This tool has a regulator to determine that the rain can be planned according to the time required. Rainfall Hydrographs S10 has been designed to be used as safe as possible, and treatment in accordance with these instructions. As with other equipment, hazard can occur if misused, mishandled, and not treated properly.

Rainfall Hydrographs studies using S10 to determine the hydrologic response of a watershed in the form of a rectangle using rainfall intensity 1000cc/minute, 1500cc/minute, 2000cc/minute, 2500 cc / minute and 2750 cc / minute at 2 ° slope. Duration of rain 60 seconds with data retrieval taken every 25 seconds. Equitable treatment and uneven rainfall (upstream and downstream). Theoretically, this study will provide knowledge and a deeper understanding of the use of S10 Hydrographs Rainfall in accordance with the procedure and how it works.

Based on these results it can be concluded from the results of this study are the result of the hydrograph that occurs in rain catchment area profile (A) that form a straight flow in the middle with soil right next to the left side with a slope of 2 ° and with a 1:40 density as much as 30% or collision times had the fastest time to the summit and the highest peak on each layout hydrograph rainfall catchment area compared to the profile (B) form a meandering stream in the middle with soil right next to the left side with a slope of 2 ° and with a density of 1:40% or collision by 30 times. Results Data highest peak discharge hydrograph, the time to achieve peak fastest, and most occur in the volume of rainfall

hydrograph downstream. With peak discharge 11309 mm³/ seconds to reach the top with the vulnerable period (76-100 seconds) and the highest total volume of 2.70408 mm³

Hydrograph results obtained indicate that the location of the fall of rain and the rain catchment area profile shapes affect the peak discharge, peak time and hydrograph volume. The higher intensity of rainfall is used, the higher the peak of the hydrograph and the hydrograph volume is formed.



PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Intensitas Hujan Terhadap Kemiringan Lahan Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Persegi Panjang Terhadap Rainfall hydrograph” Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Diploma Tiga (D3) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Ir. Widyono Hadi, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Jajok Widodo, S.T.,M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Ketut Aswatama, S.T.,M.T., selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM selaku Dosen Pembimbing Utama dan Wiwik Yunarni W, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan banyak waktu, pikiran dan perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Sri Wahyuni, ST., MT., PhD dan Januar Fery Irawan. ST., M.Eng selaku Tim Penguji yang telah meluangkan banyak waktu, pikiran dan perhatiannya guna memberikan pengarahan demi terselesaikannya penulisan tugas akhir ini.
6. Ayahanda Sudiono, Ibunda Yuli Fitria, kakaku Indahyani Mustikawati dan adikku Adbi Wijaya, serta Aulia winda Sari, terima kasih atas do’a, dukungan baik secara materi maupun moral, dukungan, kasih sayang serta do’a restunya.

7. Teman–teman satu perjuangan di Jurusan Teknik Sipil , Elektro dan Mesin Fakultas Teknik yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan bantuannya selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Teman–teman D3Teksi 2011, Arif, boy lu (sem), boy mini (fatan), boy gerl (aisyah), Firman, Ivan, henghong (riski A), taretan rizal, taretan imam, taretan wafi, om gug (bagus paku), sii mat (grace), jijah, linda, mey, poniem (novita), yang selalu membantu dan memberi dukungan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
9. Virgiawan Dalas, dan Tesar Ade Firmansyah yang selalu menemani saat proses praktikum dan saat penyusunan tugas Akhir ini.
10. Mocin terima kasih banyak selama 3 tahun sudah menemaniku kemanapun, sudah menjadi tunggangan sejatiku, kau takkan pernah tergantikan kapanpun (sii kuda besiku).
11. Pihak–pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan motivasi kalian dalam penyusunan tugas akhir ini.
12. Almamater tercinta UNIVERSITAS JEMBER.

Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini bisa bermanfaat untuk penelitian selanjutnya dan bermanfaat untuk kalangan akademisi yang berkonsentrasi dalam bidang hidro teknik.

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai (DAS) ialah air yang mengalir pada suatu kawasan yang dibatasi oleh titik-titik tinggi dimana air tersebut berasal dari air hujan yang jatuh dan terkumpul dalam sistem tersebut. Guna dari DAS adalah menerima, menyimpan, dan mengalirkan air hujan yang jatuh di atasnya melalui sungai.

Air pada DAS merupakan aliran air yang mengalami siklus hidrologi secara alamiah. Selama berlangsungnya daur hidrologi, yaitu perjalanan air dari permukaan laut ke atmosfer kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi ke laut yang tidak pernah berhenti tersebut, air tersebut akan tertahan (sementara) di sungai, danau/waduk, dan dalam tanah sehingga akan dimanfaatkan oleh manusia atau makhluk hidup.

Bentuk DAS berpengaruh terhadap besar dan waktu terjadinya aliran puncak pada outlet DAS. Kemiringan DAS mempengaruhi jumlah dan waktu aliran untuk mencapai outlet. Kenaikan slope akan menyebabkan factor lain yaitu, kontak antara lain hujan dan permukaan tanah tidak lagi lurus. Karna tanah miring, gaya grafitasi tidak lagi menarik air langsung kedalam tanah, sehingga lebih banyak air yang berpotensi menjadi aliran permukaan tanah. Karna permukaan miring, air bergerak lebih cepat dan sedikit waktu untuk kontak dengan permukaan tanah.

Sebelumnya alat ini sudah dilakukan penelitian oleh Imanullah (2013) dengan judul Pengaruh Area Tangkapan pada Hasil Data Hidrograf dengan Pemodelan *S10 Rainfall Hydrographs*. Penelitian tersebut membahas tentang pengaruh area tangkapan terhadap suatu DAS dan mencari hidrograf maksimumnya. Dan juga pernah dilakukan penelitian oleh Maisaroh Ainur Rochma (2014) dengan judul *Pengaruh Intensitas Hujan Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Terhadap Bentuk Hidrograf*, penelitian tersebut membahas tentang perbandingan hidrograf dengan intensitas hujan tertentu dengan bentuk DAS persegi panjang. Berdasarkan penelitian tersebut maka penulis akan melanjutkan

penelitian dengan menggunakan alat tersebut. Aplikasi yang diteliti yaitu menggunakan DAS berbentuk persegi panjang dengan kemiringan lahan 2° pada alat *S10 Rainfall Hydrographs* dan menggunakan intensitas hujan 1000 cc/menit, 1500 cc/menit, 2000 cc/menit, 2500 cc/menit dan 2750 cc/menit.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini yaitu bagaimana bentuk hidrograf, dan berapa waktu dasar, waktu puncak serta volume yang terjadi dengan perlakuan berbagai intensitas hujan yang berbeda untuk DAS berbentuk persegi panjang dengan kemiringan lahan 2° pada alat *S10 Rainfall Hydrographs* dan berapa waktu puncak yang dicapai untuk masing masing sudut kemiringan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa waktu puncak, debit puncak serta volume yang terjadi dari berbagai intensitas hujan terjadi.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian tentang pengaruh intensitas hujan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) terhadap bentuk hidrograf dengan menggunakan alat *S10 Rainfall Hydrographs* tentunya akan memberikan manfaat yang besar. Secara teoritik, penelitian ini akan memberikan pengetahuan dan pemahaman yang lebih mendalam tentang penggunaan alat *S10 Rainfall Hydrographs* yang sesuai dengan prosedur dan cara kerjanya.

1.5 Batasan Masalah

Ditentukan bentuk DAS persegi panjang dengan kondisi lahan miring dengan kemiringan 2° pada alat *S10 Rainfall Hydrographs* dengan membentuk aliran ditengah.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Hidrologi adalah cabang ilmu dari ilmu kebumihan. Hidrologi merupakan ilmu yang penting dalam asesmen, pengembangan, utilisasi dan manajemen sumber daya air yang dewasa ini semakin meningkat realisasinya diberbagai level. Indonesia secara umum juga mengalami berbagai permasalahan sumber daya air yang membutuhkan analisis hidrologi yang semakin rumit dalam mengatasinya. Hal ini mendorong para peneliti bidang Hidrologi untuk semakin intensif dalam mengumpulkan data dan informasi dari level global sampai pada tingkat perilaku air disub-sub daerah aliran sungai.

Pemahaman ilmu hidrologi akan membantu kita dalam menyelesaikan problem berupa kekeringan, banjir, perencanaan sumber daya air seperti dalam disain irigasi/bendungan, pengelolaan daerah aliran sungai, degradasi lahan, sedimentasi dan problem lain yang terkait dengan kasus keairan.

Hidrologi banyak dipelajari oleh para ahli dibidang teknik sipil untuk memperkirakan besarnya banjir yang ditimbulkan oleh hujan deras, sehingga dapat direncanakan bangunan-bangunan untuk mengendalikannya seperti pembuatan tanggul banjir, saluran drainasi, gorong-gorong, jembatan, dsb. Ilmu hidrologi lebih banyak didasarkan pada pengetahuan empiris dari pada teoritis. Hal ini karena banyaknya parameter yang berpengaruh pada kondisi hidrologi di suatu daerah, seperti kondisi klimatologi (angin, suhu udara, kelembaban udara, penyinaran matahari), kondisi lahan (daerah aliran sungai, DAS) seperti jenis tanah, tata guna lahan, kemiringan lahan, dsb (Triatmodjo , 2010).

Konsep daur hidrologi merupakan sesuatu yang berguna sebagai titik awal untuk mempelajari tentang hidrologi secara akademis. Daur ini dimulai dengan penguapan air dari laut. Uap yang dihasilkan dibawa oleh udara yang bergerak. Dalam kondisi yang memungkinkan, uap tersebut terkondensasi membentuk awan yang pada akhirnya dapat menghasilkan presipitasi.

2.1 Presipitasi

Para pakar hidrologi telah lama mengetahui bahwa dari seluruh jumlah presipitasi yang jatuh kewilayah daratan, hanya separuhnya yang kembali kelaut melalui limpasan langsung atau aliran air tanah. Karna itu pada umumnya diyakini bahwa penguapan air dari daratan merupakan sumber lengas yang utama bagi presipitasi daratan. Kebanyakan gagasan untuk memperbesar presipitasi telah didasarkan atas anggapan (yang sekarang ternyata salah) bahwa presipitasi yang lebih besar dapat diperoleh dari peningkatan jumlah air diatmosfer melalui penguapan setempat. Penampungan aliran air didanau, kolam dan pemilihan tanaman pertanian yang tingkat transpirasinya tinggi merupakan beberapa metode yang dianjurkan pada waktu itu.

2.2 Daerah aliran sungai (DAS)

Daerah aliran sungai (DAS) ialah air yang mengalir pada suatu kawasan yang dibatasi oleh titik-titik tinggi dimana air tersebut berasal dari air hujan yang jatuh dan terkumpul dalam sistem tersebut. Guna dari DAS adalah menerima, menyimpan, dan mengalirkan air hujan yang jatuh diatasnya melalui sungai.

Air pada daerah aliran sungai (DAS) adalah air yang mengalir pada suatu kawasan yang dibatasi oleh titik-titik tinggi dimana air tersebut berasal dari air hujan yang jatuh dan terkumpul dalam sistem tersebut.

2.2.1 Karakteristik DAS

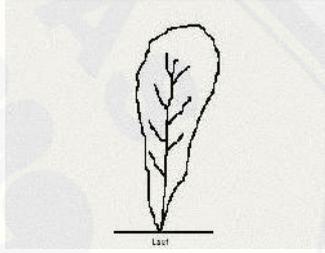
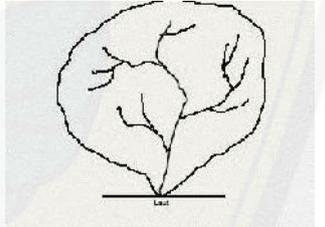
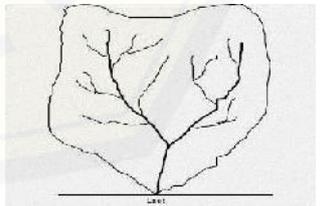
Ukuran dan besar kecilnya daerah tangkapan hujan yang memberi kontribusi terhadap aliran sungai didalam DAS berpengaruh langsung terhadap total volume aliran yang keluar dari DAS.

Umumnya, jika hujan jatuh merata didalam dua DAS yang satu berukuran besar dan daerah tangkapan hujan yang lebih sempit atau (DAS kecil), maka total volume aliran yang dihasilkan oleh DAS besar

akan relatif lebih banyak dari DAS yang berukuran kecil dan volume air tersebut proporsional terhadap luas daerah tangkapannya.

2.2.2 Bentuk DAS

Bentuk DAS berpengaruh terhadap besar dan waktu terjadinya aliran puncak outlet DAS. Berikut dijelaskan beberapa tipe dan karakteristik DAS :

Tipe	Karakteristik	Gambar
Bulu Burung	Jalur anak sungai di kiri-ksnsn sungai utama mengalir menuju sungai utama, debit banjir kecil karena waktu tiba banjir dari anak-anak sungai berbeda-beda. Banjir berlangsung agak lama	
Radial	Bentuk DAS menyerupai kipas atau lingkaran, anak-anak sungai berkonsentrasi ke suatu titik secara radial, banjir besar terjadi di titik pertemuan anak-anak sungai.	
Paralel	Bentuk ini mempunyai corak dimana dua jalur aliran sungai yang sejajar bersatu dibagian hilir, banjir terjadi di titik pertemuan anak sungai.	
Kompleks	Memiliki beberapa buah bentuk dari ketiga bentuk di atas.	

2.1 Tabel Tipe dan Karakteristik DAS

2.3 Distribusi curah hujan

Hal yang penting dalam pembuatan rancangan dan rencana adalah distribusi curah hujan. Distribusi curah hujan adalah berbeda-beda sesuai dengan jangka waktu yang ditinjau yakni curah hujan tahunan, curah hujan bulanan, curah hujan harian dan curah hujan per jam. Hal ini dapat digunakan sebagai prospek dikemudian hari untuk perancangan sesuai dengan tujuan yang dimaksud.

2.3.1 Intensitas curah hujan

“Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu” (Wesli, 2008). Intensitas hujan yang terjadi bermacam-macam tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Cara menentukan intensitas hujan yaitu menganalisis data hujan secara statistik maupun secara empiris. Intensitas hujan biasanya dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman. Data curah hujan jangka pendek ini hanya dapat diperoleh dengan menggunakan alat pencatat hujan otomatis. Intensitas hujan yang besar dalam waktu yang singkat akan menghasilkan jumlah air yang berbeda dengan intensitas hujan yang kecil tapi dalam waktu yang lama. Keadaan yang paling ekstrim adalah intensitas hujan yang besar dengan waktu yang lama, hal ini dapat menyebabkan banjir. Banjir terjadi akibat adanya limpasan permukaan yang sangat besar yang disebabkan oleh hujan dan tidak dapat ditampung oleh sungai atau saluran drainase, disamping itu limpasan permukaan yang berlebihan disebabkan tanah sudah terlalu jenuh oleh air.

Tabel 2.2 Derajat curah hujan dan intensitas curah hujan

Derajat Hujan	Intensitas curah hujan (mm/min)
Hujan sangat lemah	< 0.02
Hujan lemah	0.02 - 0.05
Hujan normal	0.05 - 0.25
Hujan deras	0.25 – 1
Hujan sangat deras	> 1

Sumber : Sosrodarsono S, Takeda K. 1976.

2.4 Pengukuran Debit

Debit aliran sungai diberi notasi Q adalah jumlah air yang mengalir melalui tampang lintang sungai tiap satu satuan waktu, yang biasanya dinyatakan dalam meter kubik per detik (m^3/d). Debit sungai dalam distribusinya dalam ruang dan waktu, merupakan informasi penting yang diperlukan dalam perencanaan bangunan air dan pemanfaatan sumber daya air. Dikarenakan debit aliran sangat bervariasi dari waktu ke waktu, sehingga diperlukan data pengamatan debit dalam waktu yang cukup panjang.

Debit aliran dapat dicari dengan menggunakan koefisien aliran (C), intensitas (I), luas daerah tangkapan (A), $Q = 0,278 CIA$. Dimana :

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{Tc} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad R24 = \text{Curah hujan rencana dalam suatu periode ulang,}$$

$$Tc = \text{Waktu konsentrasi, } Tc \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385},$$

L : Panjang Saluran,

S : Kemiringan.

Mencari waktu puncak (Tp) menggunakan persamaan $Tp = 0,6 \times Tc$

2.4.1 Teori Volumeterik

Pengukuran dengan metode ini dilakukan pada aliran-aliran yang kecil dengan menggunakan bejana dengan volume tertentu (V), kemudian diukur waktu yang dibutuhkan untuk mengisi bejana tersebut sampai penuh.

$$Q = \frac{V}{t}, \quad V = \text{Volume bejana}, \quad t = \text{Waktu}$$

Apabila debit sungai lebih besar dari kapasitas sungai untuk mengalirkan debit, maka akan terjadi luapan pada tebing sungai sehingga terjadi banjir. Di DAS bagian hulu dimana kemiringan lahan dan kemiringan sungai besar, atau disuatu DAS kecil kenaikan debit banjir dapat terjadi dengan cepat, sementara pada sungai-sungai besar kenaikan debit terjadi lebih lambat untuk mencapai debit puncak.

Menurut Joko Sujono, (1998), terdapat beberapa cara pengukuran debit sebagai berikut :

1. Pengukuran debit dengan bendung.
2. Perhitungan debit dengan mengukur kecepatan aliran dan luas penampang melintang (untuk pengukuran kecepatan digunakan pelampung atau pengukur arus dengan kincir).
3. Didapat dari kerapatan larutan obat.
4. Dengan menggunakan pengukur arus magnitis, pengukur arus gelombang supersonis, meter venturis dengan seterusnya.

2.5 Pengalihragaman Hujan Aliran

Menurut Sri Harto (2000), “pengalihragaman hujan aliran adalah suatu proses transformasi air hujan menjadi aliran yang sebenarnya”. Air hujan mengalir dari hulu ke hilir sampai titik kontrol sebagai aliran permukaan yang akhirnya menjadi limpasan. Dalam proses transformasi untuk mengetahui perubahan air hujan menjadi aliran dibutuhkan suatu aturan (ketetapan) yang mencerminkan karakter DAS dalam memproses pengalihragaman hujan aliran. Dalam hal ini aturan (ketetapan) dapat diartikan sebagai sebuah model.

Model dalam hidrologi mengandung pengertian bermacam-macam. Clark.L (1985) menyebutkan bahwa, “model sebagai simplifikasi dari satu sistem yang kompleks, baik berupa fisik, analog atau matematik”. Sedangkan Doge J.C.I. (1959) menambahkan bahwa, “model hidrologi selain sebagai struktur, alat, skema atau prosedur nyata atau abstrak, model hidrologi adalah sebuah hubungan antara masukan atau rangsangan, tenaga atau informasi, keluaran, dan pengaruh atau tanggapan dalam referensi waktu tertentu”. Kemudian Ponce (1989) menyatakan bahwa, “model hidrologi adalah satu set pernyataan-pernyataan matematika yang menyatakan hubungan antara fase-fase dari siklus hidrologi dengan tujuan mensimulasikan transformasi hujan menjadi limpasan”.

2.6 Limpasan

Limpasan adalah apabila intensitas hujan yang jatuh disuatu DAS melebihi kapasitas infiltrasi, setelah laju infiltrasi terpenuhi air akan mengisi cekungan-cekungan pada permukaan tanah. Setelah cekungan-cekungan tersebut penuh, selanjutnya air akan mengalir (melimpas) diatas permukaan tanah. Limpasan permukaan merupakan bagian yang penting dari puncak banjir.

Limpasan dibagi dalam dua sumber, yaitu air yang mengalir di atas permukaan tanah dan air yang mengalir dibawah permukaan (*Subsurface*). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi limpasan yaitu :

1. Elemen-elemen meteorologi : jenis presipitasi, intensitas curah hujan, lamanya curah hujan, distribusi curah hujan dalam daerah pengaliran, arah pergerakan curah hujan, curah hujan terdahulu dan kelembaban tanah, kondisi-kondisi meteorologi.
2. Elemen daerah pengaliran : kondisi penggunaan tanah, daerah pengaliran, kondisi topografi dalam daerah pengaliran, jenis tanah, faktor-faktor yang memberikan pengaruh.

2.7 Gambaran Relief Daerah Aliran Sungai (DAS)

Relief adalah suatu karakter bentuk permukaan atau bidang dimana ada bagian-bagian yang timbul dan tenggelam. Sedangkan relief bumi adalah bentuk permukaan bumi yang tidak rata mulus seperti bola, disitu terdapat benjolan-benjolan dan legokan-legokan. Seperti adanya gunung, lembah, dan lautan. Topografi atau relief suatu daerah aliran sungai DAS dapat lebih berpengaruh terhadap reaksi hidrologisnya dibandingkan bentuk daerah alirannya, dan banyak gambaran mengenai relief ini yang telah dikembangkan oleh para ahli.

2.7.1 Kemiringan Saluran

Kemiringan suatu saluran sangat berpengaruh terhadap kecepatan aliran dan tentu memainkan suatu peran dalam bentuk hidrograf. Profil saluran yang tipikal adalah cekung keatas kecuali daerah aliran sungai yang sangat kecil, mempunyai beberapa saluran yang masing-masing mempunyai profil tersendiri. Dengan demikian maka definisi kemiringan saluran rata-rata dari suatu daerah aliran menjadi sulit. Pada umumnya hanya sungai utama saja yang diperhatikan dalam menggambarkan kemiringan saluran dalam

suatu daerah aliran . Suatu ukuran sederhana yang digunakan secara luas bagi kemiringan saluran adalah kemiringan suatu garis.

2.7.2 Kemiringan Tanah

Kemiringan permukaan tanah merupakan suatu faktor dalam proses aliran permukaan, dan karenanya merupakan suatu parameter suatu kegiatan hidrologis, terutama pada daerah aliran yang sangat kecil dimana proses aliran permukaan mungkin suatu faktor dominan dalam menentukan bentuk hidrograf. Karena adanya variasi kemiringan permukaan tanah pada daerah aliran yang biasa, maka dibutuhkan suatu metode guna menentukan nilai rata-rata atau nilai indeks kemiringan permukaan tanah.

Distribusi kemiringan permukaan tanah dapat ditentukan dengan menetapkan suatu jaring-jaring (susunan garis-garis tegak lurus sesamanya) atau serangkaian titik yang ditempatkan secara acak pada suatu peta daerah. Kemiringan suatu segmen garis pendek yang tegak lurus terhadap garis-garis kontur ditentukan pada setiap garis perpotongan jaring-jaring atau titik acak. Rata-rata nilai tengah dan varians dari distribusi yang dihasilkan dapat dihitung.

Tabel 2.3 menurut sitanala Arsyad (1989:225) mengkelaskan lereng menjadi seperti berikut:

KEMIRINGAN (%)	KLASIFIKASI	KELAS
0 – 3	Datar	A
3 – 8	Landai Atau Berombak	B
8 – 15	Agak Miring	C
15 – 30	Miring	D
30-45	Agak Curam	E
45-65	Curam	F
>65	Sangat Curam	G

Tabel 2.4 Pembagian kemiringan lereng berdasarkan klasifikasi USSSM dan USLE

Kemiringan lereng (°)	Kemiringan lereng (%)	Keterangan	Klasifikasi USSSM* (%)	Klasifikasi USLE* (%)
< 1	0 – 2	Datar – hampir datar	0 - 2	1 - 2
1 – 3	3 – 7	Sangat landai	2 - 6	2 - 7
3 – 6	8 – 13	Landai	6 - 13	7 - 12
6 – 9	14 – 20	Agak curam	13 - 25	12 - 18
9 - 25	21 – 55	Curam	25 - 55	18 - 24
25 - 26	56 – 140	Sangat curam	> 55	> 24
> 65	> 140	Terjal		

*USSSM = United Stated Soil System Management

*USLE = Universal Soil Loss Equation

2.8 Tanah

“Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan–bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang–ruang kosong diantara partikel–partikel padat tersebut”. Ukuran dari setiap butiran padat tersebut sangat beragam dan sifat–sifat fisik dari tanah banyak bergantung dari faktor–faktor ukuran, bentuk, dan komposisi kimia dari butiran. Pembagian klasifikasi yang digunakan saat ini umumnya dibedakan atas ukuran dan sifat plastisnya, seperti klasifikasi yang dilakukan pada sistem *Unifiad* dan klasifikasi *AASHTO*.

a. Kerikil (*Gravel*)

Kerikil adalah kepingan–kepingan dari batuan yang kadang–kadang juga mengandung partikel–partikel mineral *quartz*, *feldspar*, dan mineral-mineral lain. Ukuran dari kerikil yaitu antara 76,2–2 mm.

b. Pasir (*Sand*)

Sebagian besar pasir terdiri dari mineral *quartz* dan *feldspar*. Butiran dari mineral yang lain mungkin juga masih ada pada golongan ini. Ukuran dari pasir yaitu antara 2–0,075 mm. “Tekstur tanah pasir adalah kasar, karena tanah pasir mengandung lebih dari 60% pasir dan memiliki kandungan liat kurang dari 2%” (AAK, 1993:48). Porositas tanah pasir bisa mencapai lebih dari 50% dengan jumlah pori-pori mikro, maka bersifat mudah merembeskan air dan gerakan udara di dalam tanah menjadi lebih lancar. Kohesi dan konsistensi (ketahanan terhadap proses pemisahan) pasir sangat kecil sehingga mudah terkikis oleh air atau angin.

c. Lanau (*Slit*)

Sebagian besar lanau merupakan fraksi mikroskopis (berukuran sangat kecil) dari tanah yang terdiri dari butiran-butiran quartz yang sangat halus, dan sejumlah partikel berbentuk lempengan-lempengan pipih yang merupakan pecahan dari mineral-mineral mika. Lanau berukuran antara 0,075–0,002 mm. Tanah lanau mempunyai sifat yang kurang baik yaitu mempunyai kuat geser rendah setelah dikenai beban, kapilaritas tinggi, permeabilitas rendah dan kerapatan relatif rendah dan sulit dipadatkan. Warna dari tanah lanau bervariasi, dari abu-abu terang ke abu-abu gelap.

d. Lempung (*Clay*)

Tanah lempung dan mineral lempung adalah tanah yang memiliki partikel-partikel mineral tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air. Untuk menentukan jenis lempung tidak cukup hanya dilihat dari ukuran butirannya saja tetapi perlu diketahui mineral yang terkandung didalamnya. Ukuran tanah lempung yaitu kurang dari 0.002 mm. Tanah lempung juga mempunyai sifat permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, sangat kohesi dan kadar kembang susut yang tinggi.

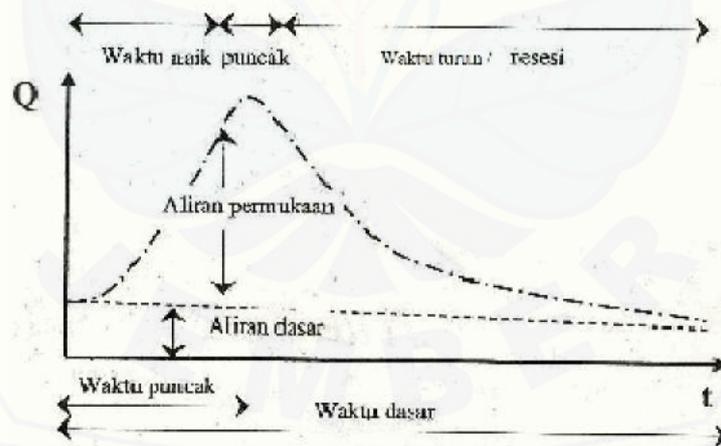
e. Gambut (*Peat*)

Gambut adalah agregat agak berserat yang berasal dari serpihan makroskopik dan mikroskopik tumbuh-tumbuhan. Warnanya bervariasi antara coklat terang dan hitam.

2.9 Hidrograf

“Debit sungai atau tinggi air sungai yang didapat dari pengamatan digambarkan sebagai ordinat pada suatu grafik dan waktu pengamatan sebagai absis, didapatkan suatu grafik dan waktu pengamatan sebagai absis, didapatkan suatu hidrograf aliran atau hidrograf muka air” (Iman Subarkah, 1980). Bentuk dari lengkung hidrograf yang terjadi bergantung pada karakteristik hujan yang mengakibatkan aliran itu. Semakin besar intensitas, maka semakin tinggi pula puncak hidrografnya. Dan semakin lama waktu hujan yang terjadi, maka semakin lama pula waktu tercapainya puncak hidrograf. Hidrograf merupakan hubungan antara curah hujan dan pengaliran dari suatu daerah aliran tertentu untuk melukiskan karakteristik daerah alirannya dengan suatu lengkung tunggal.

Hidrograf mempunyai tiga komponen pembentuk yaitu aliran permukaan, aliran antara dan aliran air tanah. Hidrograf mempunyai bentuk seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Komponen hidrograf banjir

Waktu nol (*zero time*) menunjukkan awal hidrograf. Puncak hidrograf adalah bagian dari hidrograf yang menggambarkan debit maksimum. Waktu capai puncak (*time to peak*) adalah waktu yang diukur dari waktu nol sampai waktu terjadinya debit puncak. Sisi naik (*rising limb*) adalah bagian dari hidrograf antara waktu nol dan waktu capai puncak. Sisi turun (*recession limb*) adalah bagian dari hidrograf yang menurun antara waktu capai puncak dan waktu dasar. Waktu dasar (*time base*) adalah waktu yang diukur dari waktu nol sampai waktu dimana sisi turun berakhir. Akhir dari sisi turun ini ditentukan dengan perkiraan. Sisi resesi mempunyai bentuk logaritma natural (\ln). Volume hidrograf diperoleh dengan mengintegrasikan debit aliran dari waktu nol sampai waktu dasar. Pada kurva naik dan kurva turun terdapat titik balik dimana kurva hidrograf berubah arah.

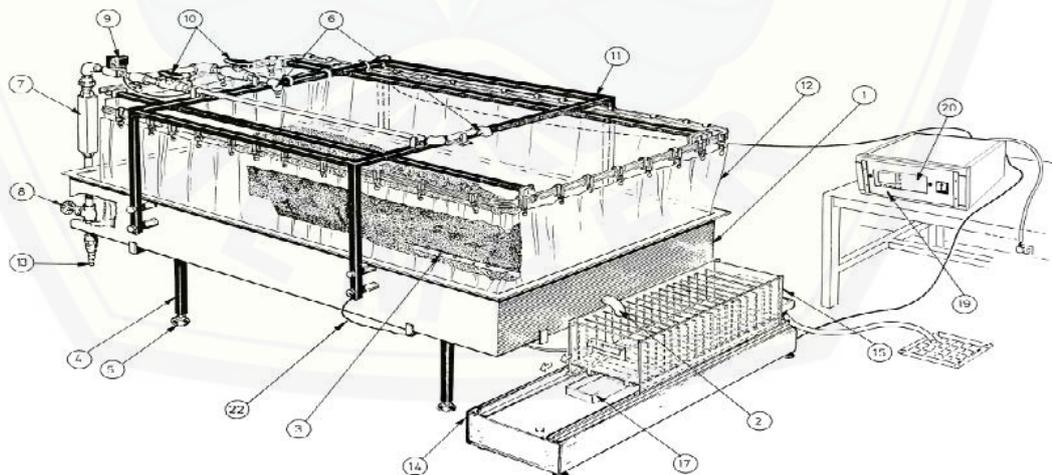
2.9.1 *S10 Rainfall Hydrographs*



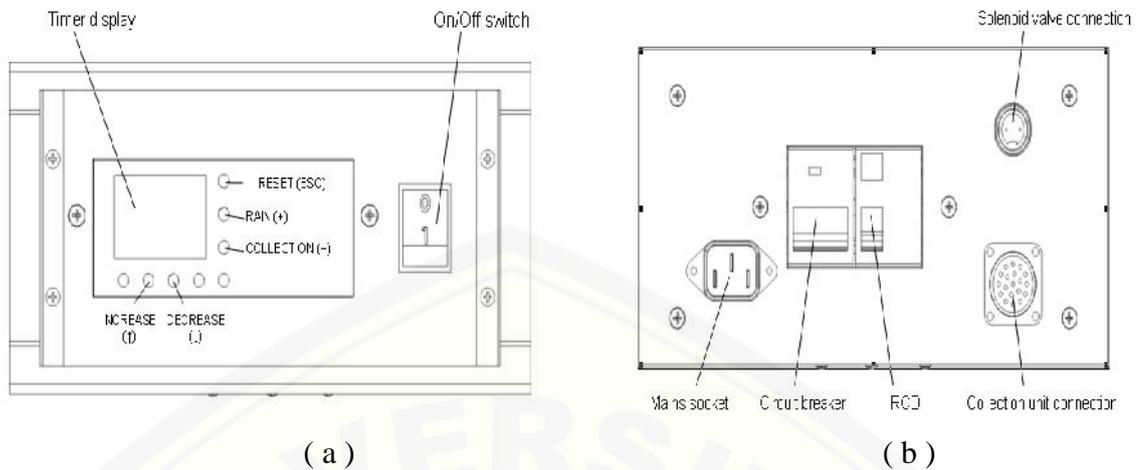
Gambar 2.2 Alat *S10 Rainfall Hydrographs*

S10 Rainfall Hydrographs berguna untuk mendemonstrasikan beberapa proses fisik yang ditemukan pada ilmu hidrologi dalam skala kecil. Proses ini terbagi menjadi dua kategori yang terkait hubungan antara curah hujan dan genangan (luberan) dari daerah resapan dengan berbagai tingkat permeabilitas dan kandungan air tanah, baik dengan memperhitungkan tinggi genangan pada permukaan tanah atau tidak. Oleh karena itu, *S10 Rainfall hydrographs* berhubungan dengan bagian siklus hidrologi yang dibatasi oleh kuantitas curah hujan pada permukaan tanah dan resapan genangan pada aliran air dipermukaan tanah. *S10 Rainfall Hydrographs* memiliki bagian-bagian :

- a. Tangki tangkapan (4), (5); berdimensi P=120cm; L=80cm; T=20cm;
- b. Kran penyemprot air (6), (7), (8), (9), (10);
- c. Water Supply (13);
- d. Frame kran penyemprot (11);
- e. Curtain and track (12);
- f. Collection unit (2),(14),(15),(17);
- g. Electrical console (19),(20).



Gambar 2.3 Tampak depan alat *S10 Rainfall Hydrographs*



Gambar 2.4 (a), (b) *Consol of S10 Rainfall Hydrographs*

S10 Rainfall Hydrographs sudah didesain seaman mungkin untuk digunakan, dan perawatan sesuai dengan petunjuk penggunaan ini. Seperti peralatan yang lain, bahaya tetap bisa terjadi jika salah penggunaan, salah penanganan, dan tidak dirawat dengan baik. Beberapa keamanan yang perlu di perhatikan yaitu :

a. Keamanan terhadap kelistrikan

Alat ini tidak boleh dioperasikan ketika sebagian panel dalam keadaan tidak terpasang. Untuk memberikan pengamanan bagi pengguna/operator, unit ini dilengkapi dengan perangkat *Residual Current Device (RCD)* yang bisa disebut sebagai *Earth Leakage Circuit Breaker* sebagai bagian perangkat dari alat ini.

b. Tempat basah/lembab

Alat ini membutuhkan keberadaan air untuk penggunaannya. Di dalam penggunaan normal, air disemprotkan dan mengalir di dalam alat. Kemungkinan akan terjadi cipratan dan tumpahan air.

c. Komponen Bergerak

Alat ini memiliki komponen yang bergerak, jadi ada beberapa hal yang perlu di perhatikan :

- Ketika menggunakan alat ini, pastikan bahwa rambut panjang telah diikat dan perhiasan serta baju seragam tidak menyentuh komponen yang bergerak. Benda-benda yang menggantung seperti kalung dan dasi harus disingkirkan agar tidak terjepit komponen yang bergerak.
- Jangan menyentuh komponen yang bergerak selama menggunakan alat ini.
- Pastikan bahwa alat telah benar-benar mati, dan seluruh komponen yang bergerak telah diam.

d. Bahaya Air

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penggunaan air :

- Air yang digunakan dalam produk (alat) tidak boleh sama/tetap. Air harus selalu diganti dengan yang baru.
- Setiap air yang digunakan harus berada di bawah suhu 20 derajat celcius. Jika tidak mampu mengatur suhunya, air tersebut harus diberi desinfektan/dibersihkan. Perhatian bahwa bahaya lain mungkin muncul dari saat pembersihan atau penggunaan desinfektan pada air.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1. Metode Kepustakaan

Metode kepustakaan adalah studi kepustakaan guna mendapatkan teori-teori yang akan dibutuhkan dalam proses penelitian ini. Metode kepustakaan digunakan sebagai landasan atau dasar penelitian tugas akhir untuk mendapatkan jawaban atas persoalan yang ada pada rumusan masalah. Penulis mengambil informasi dari penjelasan instruksi manual alat, hasil penelitian sebelumnya dan literatur lain yang berhubungan dengan penelitian.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Pengumpulan data penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidroteknik Fakultas Teknik Universitas Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia. Penelitian dimulai dari bulan maret tahun 2014.

3.3. Analisa Data

Analisa yang dimaksud adalah menghitung analisis hidrologi guna mencari besaran debit hidrograf, setelah itu dianalisa untuk dicari hidrograf maksimumnya. Percobaan akan dilakukan 5 kali untuk masing-masing intensitas hujan. Tujuannya agar bias dijadikan pembandingan dari kelima data, mana yang lebih sesuai dan meminimalkan kesalahan pengambilan data.

3.3.1 Persiapan Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses penelitian digambarkan dalam bagan alur pelaksanaan penelitian (Gambar 3.3), dengan uraian sebagai berikut :

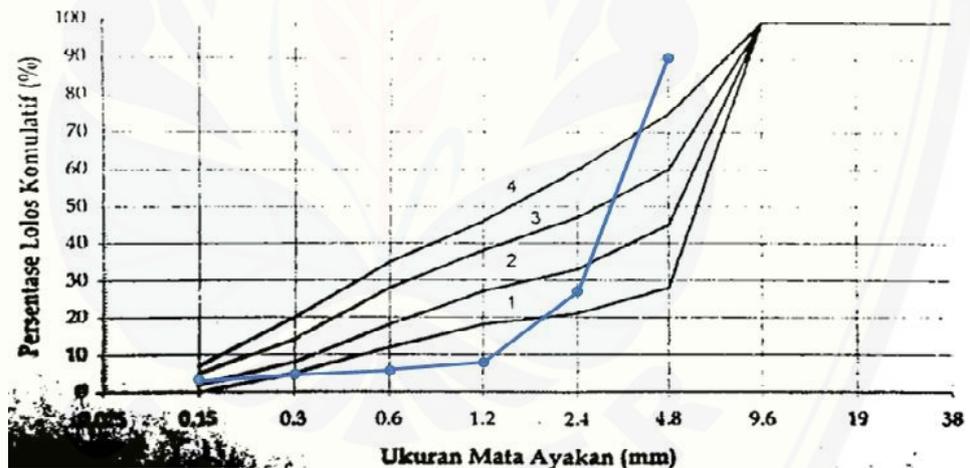
a. Persiapan Alat

Alat yang digunakan sebagai berikut :

1. *S10 Rainfall Hydrographs*, digunakan untuk percobaan penelitian;
2. Ember, digunakan untuk menampung volume air yang keluar dari alat;
3. Gelas ukur, digunakan untuk mengukur volume air yang terkumpul.

b. Persiapan Bahan

1. Pasir, digunakan sebagai bahan penelitian adalah pasir hitam, yang mempunyai ukuran gradasi berdiameter 2-5 mm. Pasir harus dicuci bersih dan terbebas dari lumpur maupun bahan kimia lainnya.



Gambar 2.5 Grafik gradasi agregat gabungan untuk besar butir maksimum 9.6 mm (Agregat kasar)

2. Air, alat ini membutuhkan pasokan air bersih dengan tekanan minimum 1 bar dan maksimum 3 bar.

3.3.2 Langkah Kerja

Langkah kerja dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memastikan peralatan harus benar-benar terkumpul dan terpasang dengan benar sesuai instruksi manual alat,
2. Memastikan pasokan air telah terhubung pada 2 pipa inlet air ke peralatan,
3. Menyiapkan pasir hitam yang telah dicuci bersih dari lumpur,
4. Membentuk area lahan yang akan digunakan kemiringan 2° dengan kepadatan tiap – tiap pengujian 1,40 % atau tumbukan sebanyak 30 kali,
5. Mengisi tangki dengan pasir secara perlahan,
6. Menyiapkan tempat ukur hidrograf hingga berada tepat dibawah keluarnya air,
7. Membasahi pasir hingga terlihat jenuh,
8. Setelah pasir terlihat jenuh, katup control kran ditutup dan biarkan stabil untuk beberapa saat hingga air yang berada pada tangki habis,
9. Mengatur intensitas hujan yang dibutuhkan pada alat,
10. Menyalakan dan mengatur konsol sesuai dengan waktu yang dibutuhkan,
11. Membuka katup kontrol dan pilih tombol mulai pada konsol secara bersamaan,

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian menggunakan *S10 Rainfall Hydrographs* untuk mengetahui respon hidrologi suatu DAS yang berbentuk persegi panjang dengan menggunakan intensitas hujan 1000cc/menit, 1500cc/menit, 2000cc/menit, 2500 cc/menit dan 2750 cc/menit pada kemiringan 2° . Penelitian ini menggunakan durasi 60 detik (1 menit) dengan Pengambilan data diambil tiap 25 detik. Perlakuan hujan merata dan tidak merata (hulu dan hilir). Penelitian dilakukan sebanyak lima kali pada tiap-tiap durasi yang telah ditentukan dan diambil rata-rata.

3.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data berupa suatu pernyataan (statement) tentang sifat, keadaan, kegiatan tertentu dan sejenisnya. Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Data penelitian dapat berasal dari berbagai sumber yang dikumpulkan dengan menggunakan berbagai teknik selama kegiatan penelitian berlangsung. Dalam hal ini data yang dibutuhkan adalah debit, durasi, intensitas dan luas DAS.

3.6 Pengolahan Data

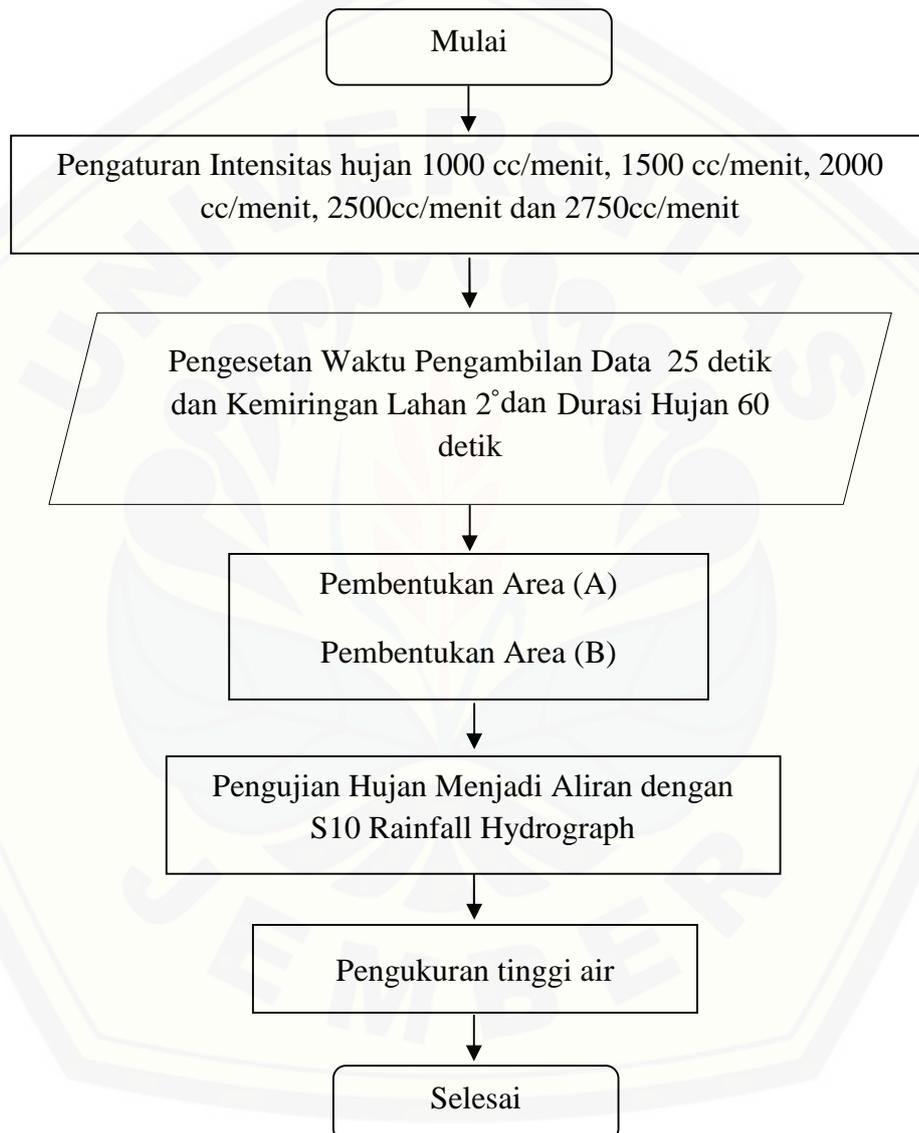
Pengolahan data ialah proses, cara, pembuatan mengolah semua keterangan untuk keperluan penelitian yang bersifat teratur (sistematis) dan terencana. Data diolah untuk mendapatkan kurva hidrograf.

3.7 Analisa Data

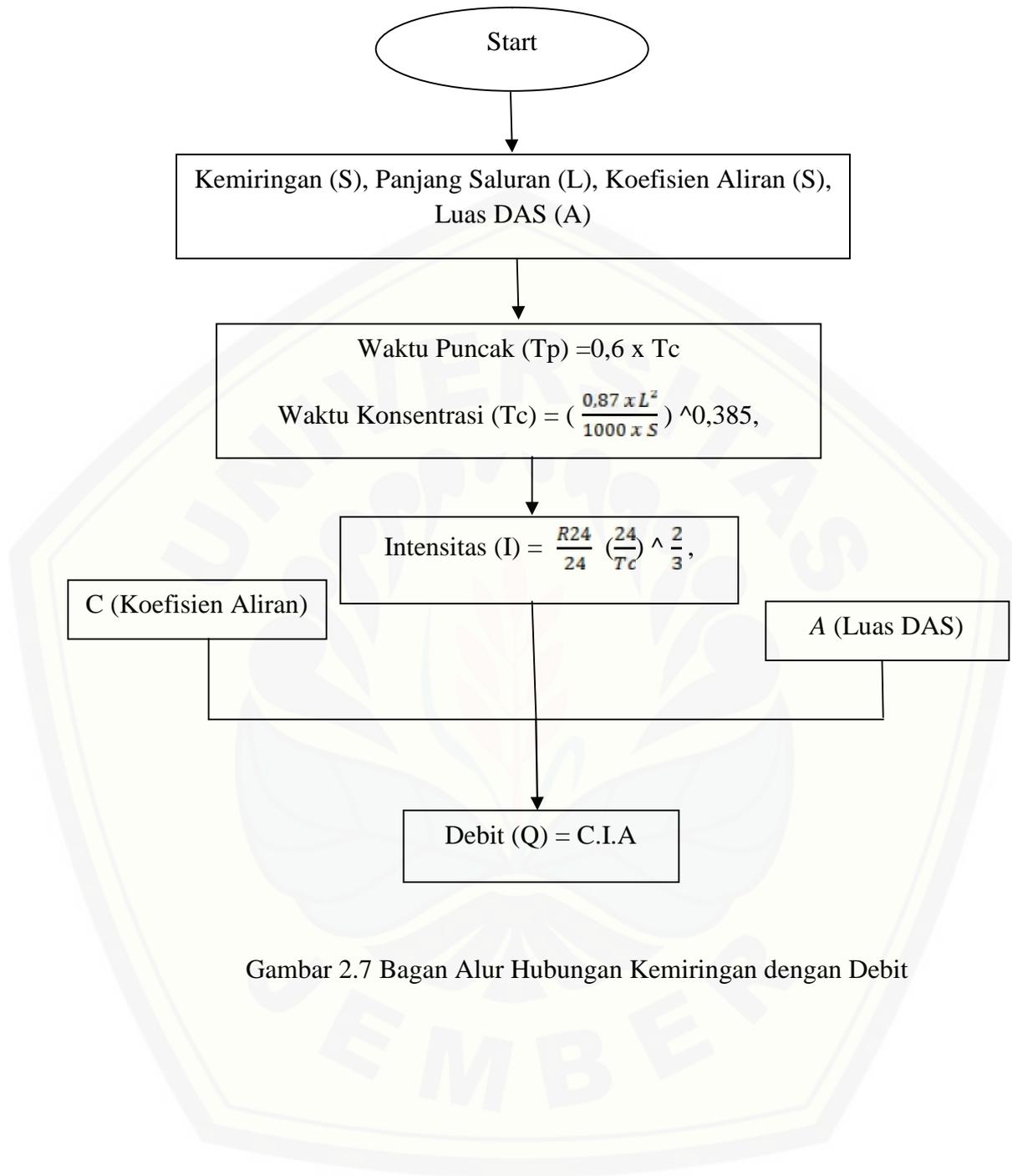
Analisa data adalah kegiatan mengubah data hasil penelitian menjadi informasi yang dapat digunakan untuk mengambil kesimpulan dalam suatu penelitian. Adapun cara mengambil kesimpulan bisa dengan estimasi hasil penelitian. Dalam hal ini yang diperlukan untuk analisa data adalah bentuk DAS, data hujan, dan kurva hidrograf.

3.8 Penarikan Kesimpulan.

Guna memperjelas suatu hasil penalaran ilmiah maka penelitian harus dilakukan penarikan kesimpulan.



Gambar 2.6 Bagan Alur Pelaksanaan Penelitian



Gambar 2.7 Bagan Alur Hubungan Kemiringan dengan Debit