

GI
N

**POLA HIDROGRAF DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)
UNTUK HUJAN KONTINYU DAN TERPUTUS**

Oleh
WIDYA SUSITAWATI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

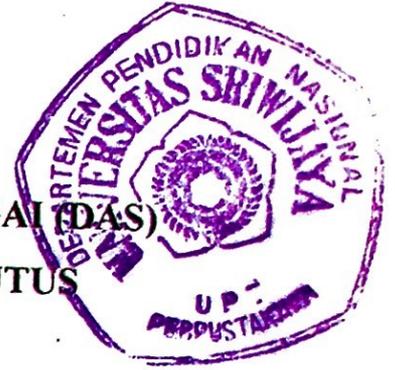
INDRALAYA

2006

/1

631.4707
Sug
P
2006

**POLA HIDROGRAF DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)
UNTUK HUJAN KONTINYU DAN TERPUTUS**



Oleh
WIDYA SUSITAWATI



3.13611
13972

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

INDRALAYA

2006



Faint, illegible text, possibly a title or header.

Faint, illegible text, possibly a subtitle or section header.



Faint, illegible text, possibly a date or author information.

Faint, illegible text, possibly a signature or name.



SUMMARY

WIDYA SUSITAWATI. Hydrograph Pattern of Watershed Area for Continuous and Intermittent Rainfall Intensities. (Supervised by **EDWARD SALEH** and **RAHMAD HARI PURNOMO**).

The research objective was to determine the watershed area response toward continuous and intermittent rainfall intensities that represented in the form of hydrograph. The method used in this research was physical model that mimic physical condition of watershed area by using rainfall simulator, whereas the responses that occurred at either continuous or interrupted rainfall was showed by run-off hydrograph. Rainfall intensity that used was 133 mm.hr^{-1} . The treatments were consisted of continuous rainfall, thirty minutes-intermittent rainfall, and sixty minutes-intermittent rainfall. Each treatment was measured three times in order to compare the forms of hydrograph at the same rainfall time.

The result showed that run-off coefficient was 0,45, which indicated that the run-off was occurred within the watershed area, but the magnitude of run-off was lower than the percolation rate. High initial soil water enhanced the flow of water by soil which in turn affected the run-off magnitude.

RINGKASAN

WIDYA SUSITAWATI. Pola Hidrograf Daerah Aliran Sungai (DAS) Untuk Hujan Kontinyu dan Terputus. (Dibimbing oleh **EDWARD SALEH** dan **RAHMAD HARI PURNOMO**).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tanggapan daerah aliran sungai (DAS) terhadap intensitas hujan kontinyu dan terputus yang disajikan dalam bentuk hidrograf. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah model fisik yang menirukan kondisi fisik DAS menggunakan simulator hujan, sedangkan tanggapan yang terjadi pada hujan kontinyu dan terputus ditunjukkan oleh hidrograf limpasan. Intensitas hujan yang digunakan adalah 133 mm jam^{-1} . Perlakuan terdiri dari hujan kontinyu, hujan terputus selama 30 menit, dan hujan terputus selama 60 menit. Setiap perlakuan diukur sebanyak tiga kali untuk membandingkan bentuk hidrograf pada hujan dengan waktu yang sama.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa koefisien limpasan yaitu 0,45 yang berarti bahwa DAS dapat mengalami limpasan, tetapi besaran limpasan yang terjadi lebih rendah dibandingkan dengan besaran perkolasi. Kadar air awal yang tinggi menyebabkan tanah mudah mengalirkan air sehingga mempengaruhi besaran limpasan.

**POLA HIDROGRAF DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)
UNTUK HUJAN KONTINYU DAN TERPUTUS**

**Oleh
WIDYA SUSITAWATI**

SKRIPSI
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian

pada
PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

INDRALAYA
2006

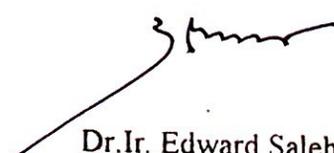
Skripsi
POLA HIDROGRAF DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)
UNTUK HUJAN KONTINYU DAN TERPUTUS

Oleh
WIDYA SUSITAWATI
05003106017

Telah diterima sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian

Pembimbing I

Inderalaya, Januari 2006


Dr. Ir. Edward Saleh, M.S

Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya
 Dekan,

Pembimbing II

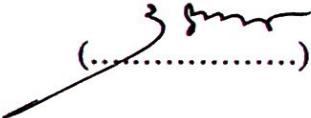
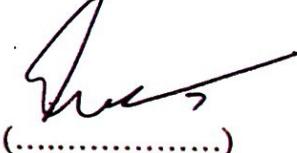
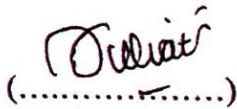

Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si.



Ir. H. Imron Zahri, MS
NIP 130 516 530

Skripsi berjudul "Pola Hidrograf Daerah Aliran Sungai (DAS) Untuk Hujan Kontinyu dan Terputus" oleh Widya Susitawati telah dipertahankan di depan komisi penguji pada tanggal 16 Desember 2005.

Komisi Penguji

- | | | |
|----------------------------------|------------|--|
| 1. Dr. Ir. Edward Saleh, M.S. | Ketua |  |
| 2. Ir. Rahmad Hari Purnomo M.Si. | Sekretaris |  |
| 3. Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr. | Anggota |  |
| 4. Dr. Ir. Kiki Yuliaty, M.Sc | Anggota |  |

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Teknologi Pertanian

Au



Dr. Ir. Amin Rejo, M.P.

NIP. 131 875 110

Mengesahkan,
Ketua Program Studi
Teknik Pertanian,



Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si.

NIP. 131 477 698

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang disajikan dalam skripsi ini, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, adalah hasil penelitian dan investigasi saya sendiri dan pembimbing serta belum pernah atau tidak sedang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan atau gelar yang sama di tempat lain.

Inderalaya, Januari 2006

A handwritten signature in purple ink, appearing to read 'Widya Susitawati', written in a cursive style.

Widya Susitawati

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Palembang pada tanggal 4 Januari 1983, merupakan anak bungsu dari tujuh bersaudara, putri dari Ayah Wildan Murni dan Ibu Kholbiah.

Pendidikan sekolah dasar diselesaikan pada tahun 1994 di SD Negeri 432 Palembang, sekolah menengah pertama pada tahun 1997 di SLTP Negeri 14 Palembang, dan sekolah menengah umum pada tahun 2000 di SMU Negeri 3 Palembang. Sejak Agustus 2000 penulis tercatat sebagai mahasiswa di Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Pada tahun 2001/2002 penulis tergabung dalam Badan Wakaf Pengkajian Islam (BWPI) Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Penulis aktif di Departemen Sosial Politik Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Universitas Sriwijaya pada tahun 2003/2004 dan tahun 2004/2005 di Departemen Kemahasiswaan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat beriring salam selalu tercurah kepada junjungan ummat, Rasulullah Muhammad SAW yang telah membawa kebenaran yang hakiki.

Penulis menyadari penyusunan skripsi ini tidak lepas dari peran serta dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan memberikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Edward Saleh, M.S. selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan dan masukan, serta kritik yang membangun sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
2. Bapak Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si. selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan dan semangat, serta saran yang membangun sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
3. Penguji I Bapak Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr. selaku pembahas makalah seminar dan penguji skripsi yang telah memberikan bimbingan, saran, arahan dan kritik.
4. Penguji II Ibu Dr. Ir. Kiki Yuliati, M.Sc. selaku pembahas makalah seminar dan penguji skripsi yang telah memberikan bimbingan, saran, arahan dan kritik.
5. Ibunda dan Ayahanda tercinta yang telah membesarkan dan mendidik ananda dengan sebaik-baiknya. Juga kepada kakak-kakakku, Yuk Ris dan Kak Arjo,

Kak Yan (alm.), Yuk Eva dan Kak Iik, Yuk Tuti (almh.), Yuk Ana dan Kak Nata, Kak Andri, serta semua keluarga yang telah memberikan dukungan, do'a, dan bantuannya.

6. Aa Helmy Fakhrizal Farhan, SH. yang dengan penuh kesabaran telah menemani serta memberikan segala yang terbaik, terutama selama penulis menyelesaikan skripsi. Semoga Allah memberi balasan.
7. Kak Is, Kak Edi, dan Kak Jon yang telah membantu dalam urusan administrasi akademik.
8. Teman-teman TP'00 : Fikur, Fitri Liani, Kristina, Tati, Yanti, Andha, Ririn, Dhee, Nur, Ayie, Endang, Sari, Desli, Yui, Chandra, Citra, Kak Ishak, Bugel, dll.
9. Teman-teman TP'98, TP'99, TP'01 (Juniar, Fichan, Ajeng, Cek Na, Wiwik, Ita, Fitri, Rita, Lia, dll.) serta adik-adik TP'03.
10. Presma dan BEMers 03/04 dan 04/05, terima kasih atas persaudaraan kita.
11. Teman-teman fisabilillah, semoga Allah SWT selalu mendekatkan kita.
12. Semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

Indralaya, Januari 2006

Penulis

DAFTAR ISI

LEPT. PEMPUSTAKAAN	
UNIVERSITAS BRAWIJAYA	
Nb. DAFTAR :	060059
TANGGAL :	04 FEB 2006

Halaman

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL	xvii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	2
B. Tujuan	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Curah Hujan	4
B. Daerah Aliran Sungai (DAS)	15
C. Hidrograf	16
III. PELAKSANAAN PENELITIAN	18
A. Tempat dan Waktu	18
B. Bahan dan Alat	18
C. Metode Penelitian	18
D. Perlakuan	18
E. Cara Kerja	19
F. Data yang Diamati	20
G. Asumsi	23

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
A. Curah Hujan	25
1. Aliran Permukaan (Limpasan)	25
2. Koefisien Limpasan (C)	26
3. Infiltrasi	27
4. Perkolasi	28
5. Evapotranspirasi	35
B. Hidrograf	36
1. Hujan Kontinyu	36
2. Hujan Terputus Selama 30 Menit	38
3. Hujan Terputus Selama 60 Menit	40
C. Hubungan antara Limpasan, Evapotranspirasi dan Perkolasi	42
V. KESIMPULAN DAN SARAN	47
A. Kesimpulan	47
B. Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	50

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Derajat curah hujan dan intensitas curah hujan	7
2. Nilai koefisien C pengaruh intensitas hujan (C_p)	10
3. Nilai koefisien C pengaruh topografi (C_t)	10
4. Nilai koefisien C pengaruh tampungan permukaan (C_o)	11
5. Nilai koefisien C pengaruh infiltrasi (C_s)	11
6. Nilai koefisien C pengaruh penutup lahan (C_c)	11

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Hubungan hujan-DAS dan debit sungai	1
2. Diagram alir kerja	24
3. Grafik penurunan tinggi muka air terhadap waktu	28
4. Perkolasi pada hujan kontinyu	29
5. Perkolasi pada hujan terputus selama 30 menit	32
6. Perkolasi pada hujan terputus selama 60 menit	34
7. Evapotranspirasi rata-rata harian (Mei, Juni, dan Juli 2005)	35
8. Hidrograf limpasan untuk hujan kontinyu	37
9. Hidrograf limpasan untuk hujan terputus selama 30 menit	39
10. Hidrograf limpasan untuk hujan terputus selama 60 menit	41
11. Hubungan antara limpasan, evapotranspirasi dan perkolasi pada hujan kontinyu	43
12. Hubungan antara limpasan, evapotranspirasi dan perkolasi pada hujan terputus selama 30 menit	44
13. Hubungan antara limpasan, evapotranspirasi dan perkolasi pada hujan terputus selama 60 menit	46

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Hasil pengukuran dan perhitungan untuk intensitas hujan 133 mm jam^{-1}	50
2. Analisis fisik tanah	51
3. Hasil pengukuran limpasan pada beberapa kondisi waktu (mL)	53
4. Hasil pengukuran tebal air limpasan pada beberapa kondisi waktu (mm)	55
5. Hasil pengukuran perkolasi pada beberapa kondisi waktu (mL)	57
6. Hasil pengukuran tebal air perkolasi pada beberapa kondisi waktu (mm)	60
7. Analisis fisik tanah sebelum pengukuran infiltrasi dan hasil	
pengukuran penurunan muka air (cm) infiltrasi pada tiga posisi DAS	
(hilir, tengah, hulu).....	63
8. Data meteorologi rata-rata harian bulan Mei 2005	64
9. Data meteorologi rata-rata harian bulan Juni 2005	65
10. Data meteorologi rata-rata harian bulan Juli 2005	66
11. Data temperatur dan kelembaban udara (RH)	67
12. Lama harian rata-rata dari kemungkinan jam penyinaran maksimum	72
13. Nilai radiasi ekstraterrestrial (R_a) menurut garis lintang selatan dan	
bulan pengukuran	73
14. Nilai faktor pembebanan (w) untuk evapotranspirasi standar ET_0	
untuk berbagai temperatur rata-rata bulanan dan ketinggian	75
15. Grafik penyesuaian ET_0 berdasarkan metode radiasi	77
16. Nilai evapotranspirasi bulan Mei, Juni dan Juli 2005 berdasarkan	

metode radiasi	78
17. Gambar alat yang digunakan dalam penelitian	83

DAFTAR SIMBOL

- A : luas wilayah DAS (ha)
- A_p : luas penakar hujan (mm^2)
- BC : berat cawan (g)
- BD : bulk density (g cm^{-3})
- BR : berat ring (g)
- BTB : berat tanah basah (g)
- BTBM : berat tanah basah mutlak (g)
- BTK : berat tanah kering (g)
- BTKM : berat tanah kering mutlak (g)
- c : faktor penyesuaian tergantung kelembaban dan kecepatan angin siang hari (tidak berdimensi)
- C : koefisien limpasan (tidak berdimensi)
- C_c : koefisien limpasan pengaruh penutup lahan (tidak berdimensi)
- C_o : koefisien limpasan pengaruh tampungan permukaan (tidak berdimensi)
- C_p : koefisien limpasan pengaruh intensitas hujan (tidak berdimensi)
- C_p, A : konstanta yang dipengaruhi oleh faktor tanah dan kadar air (tidak berdimensi)
- C_s : koefisien limpasan pengaruh infiltrasi (tidak berdimensi)
- C_t : koefisien limpasan pengaruh topografi (tidak berdimensi)
- d : tebal hujan (mm)
- ET : evapotranspirasi (mm hari^{-1})

- ET_0 : evapotranspirasi tanaman standar (mm hari^{-1})
 f : laju infiltrasi (mm menit^{-1})
 F_1 : beda tinggi air awal pengukuran terhadap tinggi air pengamatan pertama (cm)
 F_2 : beda tinggi air awal pengukuran terhadap tinggi air akhir pengamatan (cm)
 $H(t_c)$: tinggi air akhir pengamatan (cm)
 $H(t_0)$: tinggi air pada awal pengukuran (cm)
 $H(t_1)$: tinggi air pada pengamatan pertama (cm)
 I : intensitas hujan (mm jam^{-1})
 k : nilai koefisien vegetasi (tidak berdimensi)
 KA : kadar air (%)
 n : radiasi harian (jam penyinaran matahari)
 N : lama penyinaran rata-rata harian maksimum yang tergantung pada letak lintang dan periode waktu (jam)
 PD : kerapatan jenis partikel ($2,65 \text{ g cm}^{-3}$)
 Q : debit air larian (limpasan) puncak (m detik^{-1})
 R_a : radiasi pada puncak atmosfer (ekstraterestrial)
 RH : kelembaban udara (%)
 RPT : ruang pori tanah (%)
 R_s : radiasi matahari dalam nilai setara evaporasi (mm hari^{-1})
 t_0 : waktu awal (0 menit)
 t_1 : waktu pengamatan pertama (menit)

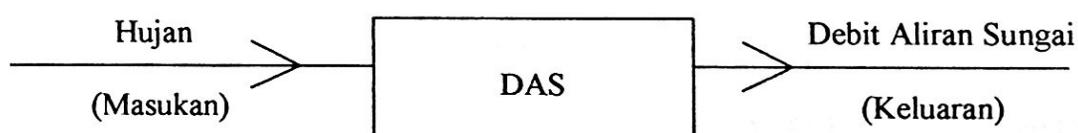
- t_c : waktu pengamatan terakhir (menit)
- T : waktu (menit)
- V : kecepatan angin (m detik⁻¹)
- V_a : volume air (mm³)
- V_t : volume tanah (cm³)
- W : faktor pembebanan (tidak berdimensi)

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Hujan adalah faktor utama yang mengendalikan proses daur hidrologi di suatu Daerah Aliran Sungai (DAS). Pembentukan ekologi, geografi, dan tata guna lahan di suatu daerah sebagian besar ditentukan atau tergantung pada fungsi daur hidrologi, sehingga hujan merupakan kendala sekaligus kesempatan dalam usaha pengelolaan sumber daya tanah dan air (Asdak, 1995).

Hujan merupakan komponen masukan yang paling penting dalam proses hidrologi, karena jumlah kedalaman hujan dialihragamkan menjadi aliran sungai, baik melalui limpasan permukaan, aliran antara maupun sebagai aliran air tanah. Hubungan sebab akibat antara hujan dan debit aliran sungai pada Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat disajikan secara sangat sederhana seperti ditunjukkan pada Gambar 1 sebagai berikut (Darmadi, 1990).



Gambar 1. Hubungan hujan-DAS dan debit sungai

Gambar 1 di atas menunjukkan dengan jelas bahwa terdapat hubungan yang erat antara hujan sebagai masukan DAS, sifat DAS dan debit aliran sungai sebagai keluaran DAS. Usaha untuk mengetahui tanggapan DAS terhadap masukan hujan dengan intensitas yang berbeda memerlukan pengukuran hujan dan debit

aliran sungai pada tempat yang tepat, jangka waktu pengukuran yang memadai dan cara-cara pengukuran yang benar (Darmadi, 1990).

Sistem DAS sangat peka terhadap masukan hujan. Masukan hujan berbeda-beda untuk setiap kejadian hujan berdasarkan intensitas dan lama waktu hujan, sehingga perlu diketahui gambaran tentang keadaan DAS, yaitu apakah DAS yang bersangkutan mempunyai kepekaan yang tinggi atau rendah. Semakin kritis sifat DAS berarti semakin jelek kondisi DAS, demikian juga sebaliknya (Harto, 1989).

Intensitas curah hujan akan mempengaruhi laju dan volume air larian. Pada hujan dengan intensitas tinggi, kapasitas infiltrasi akan terlampaui dengan beda yang cukup besar dibandingkan pada hujan yang kurang intensif. Dengan demikian total volume air larian akan lebih besar pada hujan intensif dibandingkan dengan hujan yang kurang intensif, meskipun total hujan untuk kedua hujan tersebut adalah sama. Namun hujan dengan intensitas tinggi dapat menurunkan infiltrasi akibat kerusakan struktur permukaan tanah (pemadatan) yang ditimbulkan oleh hujan tersebut (Asdak, 1995).

Tanggapan DAS tidak hanya ditentukan oleh masukan hujan, tetapi juga oleh formasi geologi yang merupakan sifat dasar dari setiap DAS seperti jenis tanah dan sifat tanah yang sangat berpengaruh terhadap sifat DAS. Kemampuan tanah untuk menerima, menyimpan, dan melepaskan air dalam jumlah tertentu sangat berpengaruh pada pembagian air menjadi komponen-komponen aliran. Bersamaan dengan faktor meteorologi, formasi geologi ini sangat berpengaruh terhadap jenis dan penyebaran tanaman. Hal ini dapat dijelaskan dalam pengaruhnya terhadap proses pengalihragaman masukan hujan menjadi keluaran debit dan sistem sungai (Harto, 1989).

Menurut Raudkivi (1979) masing-masing DAS akan memberikan tanggapan yang berbeda terhadap masukan hujan yang sama. Tanggapan suatu DAS dapat dinyatakan melalui sebuah hidrograf yang merupakan tanggapan menyeluruh suatu DAS terhadap masukan hujan. Sesuai dengan sifat dan perilaku DAS yang bersangkutan, hidrograf aliran selalu berubah sesuai dengan besaran dan waktu terjadinya masukan. Hidrograf dapat diartikan sebagai suatu diagram yang menggambarkan hubungan debit aliran sungai dari waktu ke waktu (Chow, 1964). Unsur utama hidrograf aliran sungai menunjukkan waktu mencapai puncak semakin lama, waktu dasar semakin panjang, dan debit puncak menurun.

Pada suatu sistem DAS terdapat satu sifat khas yang menunjukkan sifat tanggapan DAS terhadap suatu masukan tertentu. Pengelolaan DAS merupakan suatu kegiatan yang menggunakan dan atau memanfaatkan semua sumber daya alam/biofisik untuk memberikan hasil yang optimal bagi kesejahteraan masyarakat yang tinggal dalam DAS tersebut dalam waktu yang tidak terbatas dengan menekan seminimal mungkin kemungkinan terjadi kerusakan atau degradasi fungsi hidrologi DAS tersebut.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tanggapan menyeluruh suatu DAS terhadap intensitas hujan kontinyu dan terputus berdasarkan parameter fisik DAS.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S., A. Priyanto, L. I. Nasoetion. 1985. *Konsepsi Pengelolaan DAS. Lokakarya Program Studi Pengelolaan DAS*. Fakultas Pascasarjana IPB. Bogor.
- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. Cetakan Ketiga. Penerbit IPB. Bogor.
- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Chow, V. T., (Editor in Chief). 1964. *Handbook of Applied Hydrology*. Mc Graw-Hill Book Company. New York.
- Darmadi. 1990. *Analisis Hidrograf Satuan Berdasarkan Parameter Fisik DAS*. Disertasi. Fakultas Pascasarjana. IPB. Bogor.
- Erizal. 2003. *Rancangan Reservoir Pertanian*. Makalah Seminar Pelatihan Aplikasi Teknologi Irigasi Sprinkler dan Drip di Bogor. Tanggal 30 April – 10 Mei 2003. Pusat Pengkajian dan Penerapan Ilmu Teknik untuk Pertanian Tropika (CREATA). Lembaga Penelitian Institut Pertanian Bogor.
- Hakim, N., M.Y. Nyakpa, A.M. Lubis, S.G. Nugroho, M.R. Soul, M.A. Diha, G.B. Hong dan H.H. Bailey. 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung.
- Harto, S.B.R. 1989. *Analisis Hidrologi*. PAU Ilmu Teknik. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Hillel, D. 1971. *Soil and Water : Physical Principles and Processes*. Academic Press. New York. 472 p.
- Kodoatie, R. J. 1996. *Pengantar Hidrogeologi*. ANDI. Yogyakarta.
- Linsley, K., M. Kohler, J.L.H. Paulhus dan Y. Hermawan. 1982. *Hidrologi untuk Insinyur*. Penerbit Erlangga. Jakarta. 436 hal.
- Linsley, R. K dan Franzini, J. B. 1989. *Teknik sumber Daya Air*. Alih Bahasa : Ir. Djoko Sasongko, M.Sc. Jilid 1. Cetakan ketiga. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Raudkivi, A. J. 1979. *An Advanced Introduction to Hydrology Processes and Modelling*. Pergamon Press. Oxford.

- Schwab, G.O., R.K. Frevert, W.J. Elliot dan D.D Fangmeier. 1992. *Soil and Water Conservation Engineering*. Alih Bahasa : Susanto, R.H. dan R.H. Purnomo. 1997. Teknik Konservasi Tanah dan Air. Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- Soemarto, CD. M. 1987. *Hidrologi Teknik*. Penerbit Usaha Nasional. Surabaya. Indonesia.
- Sosrodarsono, S. 1987. *Hidrologi untuk Pengairan*. PT Pradya Paramita. Jakarta.
- Wilson, E. M. 1969. *Engineering Hydrology*. Mc Millan and Co Ltd. London.