

Analisis Efektifitas Daya Tampung Embung Daerah Irigasi Anggotaa Kabupaten Konawe

Eva Safitri Maladeni

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lakidende
Jl. Sultan Hasanuddin, No.234 Kel. Lalosabila
email: evasafitrimaladeni@gmail.com

Abstract

Water is very important in an irrigation area. In the growth of plants such as rice, they really need an adequate amount of water, so there is a need for research on effectiveness in terms of water requirements and in terms of water availability in irrigation buildings such as reservoirs. The purpose of this study was to determine the level of effectiveness of the availability of water in Embung Anggotaa in supplying water needs in the fields of Kukuluri Village. In this study, a modified Penman method was used to calculate the level of water use by plants, then calculated the need for clean water in the fields and then compared with the availability of water in the fields. the member pond. In analyzing the availability of water in the Anggotaa reservoir, a minimum discharge calculation is used using the Rational method. The results of the analysis of the need for clean water in the fields based on effective rainfall data and climatological data analyzed resulted in the water demand in the fields of 10.4605 mm/day/ha, then multiplied by the land area to determine the overall discharge required in Kukuluri rice fields with a land area of 95 ha. then the result is 993.7475 mm³/day. The results of the analysis of the minimum discharge in the upstream of the Anggotaa Reservoir based on rainfall data using the Rational method for a return period of 2 years = 61.198 m³/s, a return period of 5 years = 74.899 m³/s, a return period of 10 years = 87.686m³/s, a return period of 20 years = 100.930 m³/s, return period of 25 years = 105.041m³/s, return period of 50 years = 117.828, and return period of 100 years = 130.616 m³/s. Based on the results of the analysis of the flow of water availability, it shows that the capacity of the Anggotaa reservoir is still effective in meeting the water needs of the Kukuluri rice fields, the current accommodated discharge reaches 99405 m³ from the initial planning of 100000 m³.

Keywords: Effectiveness; Water Needs; and Discharge

Abstrak

Air merupakan hal yang sangat penting dalam suatu daerah irigasi. Dalam Pertumbuhan tanaman seperti padi sangat membutuhkan jumlah air yang cukup sehingga Perlunya Penelitian mengenai efektivitas dari segi kebutuhan air maupundari segi ketersediaan air dibangun Irigasi seperti embung. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui tingkat efektivitas dari ketersediaan air di Embung Anggotaa dalam menyuplai kebutuhan air di sawah Desa Kukuluri, Dalam penelitian ini digunakan metode Penman modifikasi untuk menghitung tingkat pemakaian air oleh tanaman, Kemudian dihitung kebutuhan air bersih disawah untuk kemudian dibandingkan dengan Ketersediaan air di embung Anggotaa. Dalam menganalisa ketersediaan air di embung Anggotaa digunakan perhitungan debit minimum dengan menggunakan metode Rasional. Hasil Analisa kebutuhan Air bersih di sawah berdasarkan data curah hujan efektif dan data Klimatologi yang di analisa menghasilkan kebutuhan air disawah sebesar 10,4605 mm/hari/ha, kemudian dikalikan luas lahan untuk mengetahui debit keseluruhan yang dibutuhkan di sawah Kukuluri dengan luas lahan 95 ha, maka hasilnya diperoleh 993,7475 mm³/hari. Hasil analisa debit minimum di hulu embung Anggotaa berdasarkan data curah hujan dengan metode Rasional pada periode ulang 2 tahun = 61,198 m³/det, periode ulang 5 tahun = 74,899 m³/det, Periode ulang 10 tahun = 87,686m³/det, Periode ulang 20 tahun = 100,930 m³/det, periode ulang 25 tahun = 105,041m³/det, Periode ulang 50 tahun = 117,828, dan periode ulang 100 tahun = 130,616 m³/det. Berdasarkan hasil analisa debit ketersediaan air menunjukan masih efektifnya daya tampung embung Anggotaa dalam memenuhi kebutuhan air di sawah Kukuluri, debit yang tertampung saat ini mencapai 99405 m³ dari perencanaan awal 100000 m³.

Kata Kunci: Efektifitas; Kebutuhan Air; dan Debit

PENDAHULUAN

Kabupaten Konawe adalah salah satu daerah yang berada di provinsi Sulawesi Tenggara. Daerah ini merupakan daerah yang pertumbuhan penduduknya selalu mengalami peningkatan dari tahunketahun sebesar 2%. Kabupaten Konawe juga

dikenal sebagai lumbung beras di Sulawesi Tenggara dan penghasil dari beberapa komoditas pertanian lainnya seperti; jagung, kedelai dan cabai. Pembangunan embung Anggotaa diharapkan dapat mendukung lahan pertanian untuk pemenuhan kebutuhan air yang akan digunakan di areal

persawahan dalam rangka untuk meningkatkan hasil pertanian masyarakat. Kebutuhan air pada tanaman seperti padi sangat penting untuk diperhatikan sebab kurangnya debit air yang masuk dipetak-petak sawah dapat menyebabkan berbagai masalah seperti tingkat kesuburan tanah dan munculnya hama seperti tikus yang bisa mengakibatkan kurangnya tingkat produktifitas. Meskipun embung Anggota telah beroperasi untuk menyalurkan air melalui saluran primer yang kemudian dilanjutkan pada saluran sekunder ke daerah persawahan tapi masih banyak petak-petak sawah yang tidak tergarap dan terbengkalai yang kemudian ditumbuhi rumput-rumput liar. Sesuai dengan pengamatan awal penelitian jumlah sawah yang tidak tergarap mencapai sekitar $\pm 20-25\%$ dari total lahan 95 Ha yang terbuka.

Tujuan Penelitian dalam penelitian ini untuk menganalisis kebutuhan debit air untuk keperluan irigasi dan menganalisis daya tampung embung berdasarkan data debit

TINJAUAN PUSTAKA

Siklus Hidrologi

Siklus air atau siklus hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan embali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Siklus hidrologi menurut Soemarto (1987) adalah gerakan air laut ke udara yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau berbentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir kelaut kembali.

Dalam siklus hidrologi terdapat beberapa proses yang saling terkait, yaitu antara proses hujan (presipitation), penguapan (evaporation), transpirasi, infiltrasi, perkolasi, aliran limpasan (run off) dan aliran bawah tanah.

Data Curah Hujan

Data ini dipergunakan dalam penentuan debit banjir rencana dengan periode ulang tertentu dari n tahun. Data curah hujan juga digunakan untuk mengetahui banyak air yang tersedia disungai, dan penentuan kebutuhan air bagitanaman.

Analisa curah hujan rata-rata

Menganalisa Curah hujan rata-rata dengan 2 metode (Nugroho Hadisusanto, 2011):

1. Metode Curah Hujan Maksimum Rata-rata Aritmatik

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad (1)$$

2. Metode Curah Hujan Maksimum Rata-rata Thiessen

$$R = \frac{R_1A_1 + R_2A_2 + R_3A_3 + \dots + R_nA_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \quad (2)$$

Analisa curah hujan rencana

Untuk menganalisa curah hujan rencana pada setiap stasiun pengamatan, yaitu dengan menggunakan metode Gumbel, Haspers dan Weduwen, dimana perhitungan minimum yang dipakai untuk menghitung curah hujan daerah yang mana hasilnya merupakan dasar perencanaan.

Analisa Intensitas Hujan

Intensitas hujan dapat dihitung menggunakan rumus mononobe, yaitu

$$I = \frac{R^{24}}{24} \times \frac{24}{t} \quad (3)$$

Keterangan:

I = Intensitas Hujan

R = Hujan Minimum

t = durasi

Neraca Air

Menurut Direktorat Jendral Pengairan Departemen Pekerjaan Umum (1986), Neraca air merupakan selisih antara debit air yang tersedia dengan debit air yang dibutuhkan untuk keperluan irigasi. Dalam perhitungan neraca air, kebutuhan pengambilan yang dihasilkan pola tanam yang digunakan akan dibandingkan dengan debit andalan untuk setiap setengah bulan dan luas daerah yang bisa dialiri.

Debit

Ketersediaan debit pada suatu daerah irigasi merupakan data masukan yang sangat penting dalam kaitannya dengan analisa debit. Data debit yang dimaksud adalah data debit yang biasa diandalkan untuk pemberian air irigasi. Data debit andalan yaitu debit minimum sungai atau debit yang selalu tersedia dibangunan pengambilan yang dapat dipakai untuk suatu daerah irigasi.

Irigasi

Mawardi Erman (2007:5) menyatakan bahwa irigasi adalah usaha untuk memperoleh air yang menggunakan bangunan dan saluran buatan untuk keperluan penunjang produksi pertanian. Tujuan utama irigasi adalah mewujudkan kemanfaatan air yang menyeluruh, terpadu, dan berwawasan lingkungan, serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat, khususnya petani (Peraturan Pemerintah tahun 2001; BAB I pasal 2).

Ketersediaan air irigasi

Ketersediaan air untuk keperluan irigasi secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu ketersediaan air dilahan dan ketersediaan air dibangunan pengambilan (Direktorat Jendral Pengairan, 1986). Ketersediaan air irigasi baik dilahan maupun dibangunan pengambilan diharapkan dapat mencukupi kebutuhan air irigasi yang diperlukan pada daerah irigasi yang ditinjau sesuai dengan luas areal dan pola tanam yang ada.

Informasi ketersediaan air dibangun pengambilan atau sungai diperlukan untuk mengetahui jumlah air yang dapat disediakan pada lahan yang ditinjau berkaitan dengan pengelolaan air irigasi.

Kebutuhan air disawah

Kebutuhan air di sawah untuk tanaman padi dapat ditentukan oleh faktor - faktor sebagai berikut (Mawardi Erman 2007:103):

1. Cara penyiapan lahan.
2. Kebutuhan air untuk tanaman.
3. Perkolasi dan rembesan.
4. Pergantian lapisan air.
5. Curah hujan efektif.

Banyaknya air untuk irigasi pada petak sawah dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$NFR = Etc + P - RE + WLR \quad (4)$$

Keterangan:

NFR = *netto field water requirement* atau kebutuhan bersih air disawah (mm/hari).

Etc = Evaporasi tanaman (mm/hari)

P = perkolasi (mm/hari)

Re = curah hujan efektif (mm/hari)

WLR = kedua penggantian lapis air.

Pengertian Embung

Embung merupakan cekungan yang dalam disuatu daerah perbukitan. Air embung berasal dari limpasan air hujan yang jatuh didaerah tangkapan.

Karakteristik Embung

Tinggi embung

Tinggi embung adalah perbedaan antara elevasi permukaan pondasi dan elevasi mercu embung. Apabila pada embung dasar dinding kedap air atau zona kedap air, maka yang dianggap permukaan pondasi adalah garis perpotongan antara bidang vertikal yang melalui hulu mercu embung dengan permukaan pondasi alas embung tersebut Tinggi maksimal untuk embung adalah 20 m

Tinggi jagaan

Tinggi jagaan adalah perbedaan antara elevasi permukaan maksimum rencana air dalam embung dan elevasi mercu embung. Elevasi permukaan air maksimum rencana biasanya merupakan elevasi banjir rencana embung. Tinggi jagaan dimaksudkan untuk menghindari terjadinya peristiwa pelimpasan air melewati puncak bendungan sebagai akibat diantaranya dari:

- a. Debit banjir yang masuk embung.
- b. Gelombang akibat angin.
- c. Pengaruh pelongsoran tebing-tebing di sekeliling embung.

d. Gempa.

e. Penurunan tubuh bendungan.

f. Kesalahan di dalam pengoperasian pintu

Lebar Mercu

Lebar mercu embung yang memadai diperlukan agar puncak embung dapat tahan terhadap hempasan ombak dan dapat tahan terhadap aliran filtrasi yang melalui mercu tubuh embung. Disamping itu, pada penentuan lebar mercu perlu diperhatikan kegunaannya sebagai jalan inspeksi dan pemeliharaan embung.

Panjang embung

Yang dimaksud dengan panjang embung adalah seluruh panjang mercu embung yang bersangkutan, termasuk bagian yang digali pada tebing-tebing sungai di kedua ujung mercu tersebut. Apabila bangunan pelimpah atau bangunan penyadap terdapat pada ujung-ujung mercu, maka lebar bangunan-bangunan pelimpah tersebut diperhitungkan pula dalam menentukan panjang embung (Sosrodarsono, 1989).

Volume Embung

Seluruh jumlah volume konstruksi yang dibuat dalam rangka pembangunan tubuh embung termasuk semua bangunan pelengkapanya dianggap sebagai volume embung.

URAIAN PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Lokasi embung terletak di desa Anggoota Kecamatan Anggoota Kabupaten Konawe.

Teknik pengumpulan data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah terdiri dari data primer dan data sekunder. Dimana data primer terdiri dari kondisi lokasi dan luas lahan. Data sekunder yaitu data hidrologi, data klimatologi dan data pola tanam serta data luas lahan potensial.

Teknik Analisis Data

1. Analisis Curha Hujan
Analisis ini dilakukan untuk mencari curah hujan tahunan pada Cathment Area dalam kurun waktu tertentu, data yang ada tahun 2007 – 2016
2. Analisis Klimatologi dengan menggunakan Metode Penman Modifikasi dengan rumus
 $Eto = C \times (W \times Rn + (1-W) \times f(U) \times (ea - ed))$
3. Analisis Kebutuhan Air (NFR) dengan persamaan:
 $NFR = Etc + P - RE + WLR$
4. Analisis ketersediaan air di embung Anggoota dengan metode Rasional, dengan persamaan:
 $Q = 0,278 . C . I . A$

PEMBAHASAN

Analisa Hidrologi

Analisa Curah Hujan Rata-Rata

Untuk menentukan curah hujan wilayah menggunakan metode rata-rata aritmatik dan metode poligon thiesen. Curah hujan wilayah dihitung dengan menentukan nilai rata-rata dari ketiga stasiun pengamatan hujan pada wilayah atau daerah tertentu

Tabel 1. Hasil perhitungan Curah hujan rata-rata tahun 2007 – 2016

No	Nama Stasiun			Curah Hujan Rata-rata
	Abuki	Unaaha	Lambuya	
1	70,00	142,00	85,00	99,0
2	73,00	407,00	77,00	185,7
3	62,00	189,00	91,00	114,0
4	84,00	97,00	113,00	98,0
5	50,90	93,00	138,00	94,0
6	70,00	77,00	96,00	81,0
7	110,00	84,00	135,00	109,7
8	57,00	77,00	77,00	70,3
9	86,00	34,00	61,00	60,3
10	98,70	33,00	71,00	67,6

Analisa Curah Hujan Rencana

Hujan rencana yaitu suatu perkiraan terhadap curah hujan yang mungkin terjadi dalam suatu kurun waktu tertentu. Tujuannya yaitu untuk memperkirakan peristiwa curah hujan rencana yang mungkin terjadi dalam kurun waktu 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun. Dalam penentuan periode ulang curah hujan rencana, perhitungan digunakan Metode Gumbel, Haspers dan Weduwen.

Tabel 2. Rekapitulasi Curah Hujan Rencana Stasiun Unaaha

Tahun	Metode		
	Gumbel	Haspers	Weduwen
2	121,5	95,1	23,7

Tahun	Metode		
	Gumbel	Haspers	Weduwen
5	167,3	205,3	29,0
10	191,0	284,6	34,0
20	207,3	365,3	39,1
25	212,8	392,2	40,8
50	229,1	475,4	45,7
100	246,0	562,5	50,6

Analisa Intensitas Hujan

Analisa intensitas hujan dapat dihitung menggunakan rumus Mononobe, yaitu:

$$I = \frac{R^{24}}{24} \times \frac{24}{t} \tag{5}$$

Keterangan:

- I = Intenstias Hujan
- R = Hujan Minimum
- t = durasi

Curah hujan efektif

Curah hujan efektif merupakan curah hujan yang jatuh pada suatu daerah yang kemudian digunakan tanaman untuk pertumbuhannya.

Analisa Data Klimatologi

Perhitungan Evapotranspirasi Potensial (Eto)

Besarnya Evapotranspirasi Potensial (Eto) dihitung dengan menggunakan penman yang dimodifikasi oleh Nedeco atau Prosida seperti diuraikan dalam PSA-010. Evapotranspirasi potensial sangat dipengaruhi oleh keadaan iklim. Dalam menghitung Evapotranspirasi potensial, dibutuhkan data-data klimatologi yang meliputi:

1. Temperatur udara (T)
2. Kelembaban udara (Rh)
3. Lama penyinaran matahari (n/N) dan
4. Kecepatan angin (U)

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Intensitas Hujan dengan Metode Mononobe

Durasi	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	20 Tahun	25 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
Jam	23,7	29,0	34,0	39,1	40,8	45,7	50,6
0,17	26,8	32,8	38,4	44,2	46,0	51,6	57,2
0,50	13,1	16,0	18,7	21,5	22,4	25,2	27,9
1	8,2	10,1	11,8	13,6	14,1	15,8	17,6
2	5,2	6,3	7,4	8,5	8,9	10,0	11,1
3	4,0	4,8	5,7	6,5	6,8	7,6	8,4
4	3,3	4,0	4,7	5,4	5,6	6,3	7,0
5	2,8	3,4	4,0	4,6	4,8	5,4	6,0
6	2,5	3,0	3,6	4,1	4,3	4,8	5,3
7	2,2	2,8	3,2	3,7	3,9	4,3	4,8
8	2,1	2,5	2,9	3,4	3,5	4,0	4,4
9	1,9	2,3	2,7	3,1	3,3	3,7	4,1
10	1,8	2,2	2,5	2,9	3,0	3,4	3,8
11	1,7	2,0	2,4	2,7	2,9	3,2	3,5
12	1,6	1,9	2,2	2,6	2,7	3,0	3,3
13	1,5	1,8	2,1	2,5	2,6	2,9	3,2
14	1,4	1,7	2,0	2,3	2,4	2,7	3,0
15	1,4	1,7	1,9	2,2	2,3	2,6	2,9
16	1,3	1,6	1,9	2,1	2,2	2,5	2,8
17	1,2	1,5	1,8	2,1	2,1	2,4	2,7
18	1,2	1,5	1,7	2,0	2,1	2,3	2,6
19	1,2	1,4	1,7	1,9	2,0	2,2	2,5
20	1,1	1,4	1,6	1,8	1,9	2,2	2,4
21	1,1	1,3	1,5	1,8	1,9	2,1	2,3
22	1,0	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2
23	1,0	1,2	1,5	1,7	1,7	2,0	2,2
24	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1

Tabel 4. Curah hujan efektif tanaman padi

Bulan	R80	Re Padi (mm/hari)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Jan I II	13,00	0,607
	19,23	0,897
Feb I II	26,08	1,217
	19,21	0,896
Mar III	25,30	1,181
	31,17	1,455
Apr I II	17,69	0,825
	26,17	1,221
Mei III	32,91	1,536
	34,66	1,617
Jun I II	24,20	1,129
	33,15	1,547
Jul I II	26,04	1,215
	18,51	0,864
Ags I II	2,48	0,116
	8,89	0,415
Sep I II	4,01	0,187
	2,48	0,116
Okt I II	0,00	0,000
	10,00	0,467
Nov I II	11,77	0,549
	10,23	0,477
Des I II	31,10	1,451
	14,38	0,671

Analisa kebutuhan air di sawah untuk tanaman Padi (NFR)

Dalam menganalisis kebutuhan air di sawah Kukuluri pada penelitian ini akan menggunakan rumus:

$$NFR = ETc + P - Re + WLR \quad (6)$$

Keterangan:

- ETc = Evaporasi tanaman (mm)
- P = Perkolasi (mm/hari)
- Re = Curah hujan efektif
- WLR = Penggantian lapisan air

Maka kebutuhan air bersih di sawah:

$$NFR = ETc + P - Re + WLR$$

$$= 5,7475 + 3 - 1,617 + 3,33$$

$$= 10,4605 \text{ mm/hari/ha}$$

Jadi debit yang dibutuhkan keseluruhan = luas lahan x NFR

Dengan luas areal sawah sebesar 95 ha, maka:

$$QT_{\text{kebutuhan}} = 10,4605 \times 95$$

$$= 993,7475 \text{ mm/hari}$$

Analisa Ketersediaan Air Di Embung Anggotoa

Dalam menganalisis ketersediaan air di embung Anggotoa digunakan metode Rasional untuk mengetahui debit puncak yang terjadi.

Tabel 5. Rekapitulasi perhitungan Debit (Q) dengan metode Rasional

Periode ulang	0,278	C	I (mm/jam)	A (Km ²)	Q (m ³ /det)
2	0,278	0,30	23,7	27,38	54,182
5	0,278	0,30	29,0	27,38	66,296
10	0,278	0,30	34,0	27,38	77,639
20	0,278	0,30	39,1	27,38	89,312
25	0,278	0,30	40,8	27,38	93,056
50	0,278	0,30	45,7	27,38	104,399
100	0,278	0,30	50,6	27,38	115,632

Analisa Efektifitas Daya Tampung Embung Anggotoa

Pada perencanaan awal embung Anggotoa memiliki daya tampung sebesar 100.000 m³ dengan luas Tampung 177.447 ha

Tabel 6. Analisa Efektifitas daya tampung Embung Anggotoa dan Luas lahan persawahan

Analisa	Hasil		Efektif / Tidak Efektif
	Perencanaan	Realisasi	
Daya Tampung	100000 m ³	99405 m ³	Efektif
Debit (Q)	100000 m ³	99405 m ³	Tidak efektif
Luas Lahan	95 Ha	68,684 Ha	Tidak efektif

Dari data disamping maka disajikan dalam bentuk grafik tingkat efektifitas daya tampung Embung Anggoota

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data klimatologi dengan menggunakan metode penman modifikasi, dan perhitungan curah hujan efektif, di peroleh nilai kebutuhan air disawah (NFR) sebesar 10,4605 mm/hari/ha, dengan luas areal sawah yaitu 95 ha, sehingga total kebutuhan air disawah adalah 993,7475 mm/hari.

Berdasarkan Perencanaan awal daya tampung Embung Anggoota sebesar 100000 m³, sedangkan berdasarkan hasil analisa di lapangan debit air yang tertampung saat ini sebesar 99405 m³, Jadi daya tampung Embung Anggoota masih cukup efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Bardhan, Mochamad, 2013, *Irigasi*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Bagiawan, A, 2013, *Perhitungan Kebutuhan Kapasitas Tampung Bagi Rencana Pengembangan Areal Layanan Irigasi Dari Bendung Perjaya – Sumatera Selatan Dengan Metode Numerik Dan “Sequent Peak”*, Jurnal irigasi vol 8 No 1 Mei 2013
- Lakebo, M, 2015, *Tugas akhir study Evaluasi Debit Air Di hulu Bendung Amonggedo*, Universitas Lakidende.
- Murtono, T, dkk, 2013, *Zonasi Imbuan Air Tanah Pada Daerah Aliran Sungai Lahumbuti Sulawesi Tenggara*, Jurnal Geosains Vol 09no. 2 2013.
- Putri dkk. 2015. *Evaluasi Kinerja Jaringan Irigasi Jragun Kabupaten Demak*. Jurnal teknik pengairan Vol 6 No.1 Mei 2015 Hal. 66-75
- Soemarto CD. 1986. *Hidrologi Teknik*. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Sosrodarsono S dan Taekda K. 1985. *Hidrologi untuk pengairan*. PT Pradnya paramita. Jakarta
- Soedibyo. 1988. *Teknik Bendungan*. PT Pradnya paramita. Jakarta
- Sutyas A dan Zeuba. 2011. *Menentukan Kapasitas Tampungan Embung Ledok Di Kabupaten Gunung Kidul*. Majalah Ilmiah UKRIM Edisi 2/th XVI/2011