

**POTENSI DEBIT AIR BENDUNG TEGAL UNTUK PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) DAN IRIGASI
DI DESA KEBONAGUNG DAN DESA SRIHARJO
KECAMATAN IMOIRI KABUPATEN BANTUL**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Ilmu Sosial
Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan



Disusun oleh:
Menik Windarti
10405244012

**JURUSAN PENDIDIKAN GEOGRAFI
FAKULTAS ILMU SOSIAL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

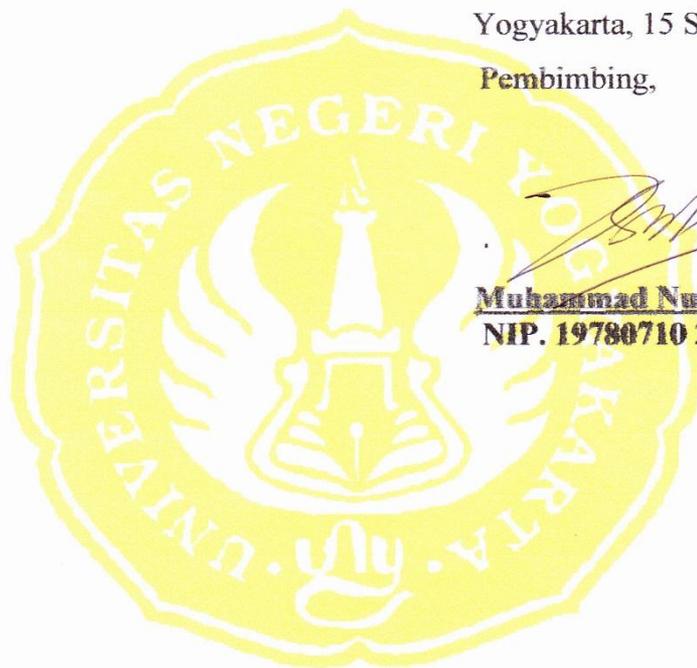
2014

LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi berjudul **“Potensi Debit Air Bendung Tegal Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Dan Irigasi Di Desa Kebonagung Dan Desa Sriharjo Kecamatan Imogiri Kabupaten Bantul”** yang disusun oleh Menik Windarti, NIM. 10405244012 ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Yogyakarta, 15 September 2014

Pembimbing,




Muhammad Nursa'ban, M.Pd
NIP. 19780710 200501 1 003

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Potensi Debit Air Bendung Tegal Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Dan Irigasi Di Desa Kebonagung Dan Desa Sriharjo Kecamatan Imogiri Kabupaten Bantul” yang disusun oleh Menik Windarti, NIM 10405244012 ini telah dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Yogyakarta pada tanggal 29 September 2014 dan dinyatakan lulus.

DEWAN PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Dr. Hastuti, M.Si	Ketua Penguji		17-Okt-2014
Nurul Khotimah, M.Si	Sekretaris		17-Okt-2014
Suhadi Purwantara, M.Si	Penguji Utama		17-Okt-2014
Muhammad Nursa'ban, M.Pd	Penguji Pendamping		17-Okt-2014

Yogyakarta, 17 Oktober 2014

Fakultas Ilmu Sosial

Dekan,



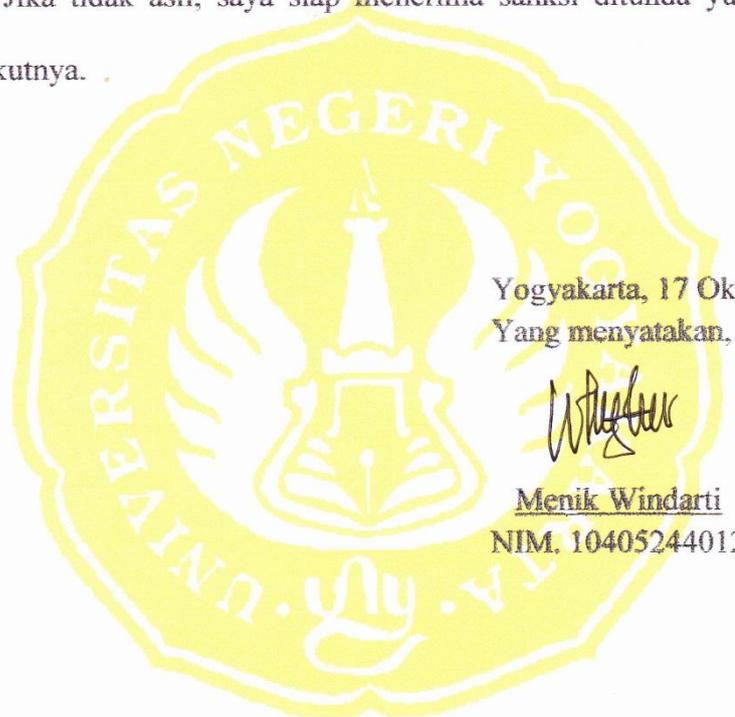
Prof. Dr. Ajat Sudrajat, M.Ag

NIP. 19620321 198903 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan dosen penguji yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi ditunda yudisium pada periode berikutnya.



Yogyakarta, 17 Oktober 2014

Yang menyatakan,

Menik Windarti

NIM. 10405244012

MOTTO

“Barang siapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu adalah untuk dirinya sendiri.”

(QS. Al-Ankabut: 6)

Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu. Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyu’ “

(QS. Al-Baqarah: 45)

“Yang penting bukanlah darimana kau dapat pengetahuan itu. Tapi, dimana kau bisa menerapkannya”

(Ai Haibara-Detective Conan)

Air, Angin Dan Segala Sumber Daya Adalah Ciptaan Tuhan, Janganlah Diganggu Kualitas Maupun Siklusnya. Hargailah.

(Penulis)

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang telah memberikan kehidupan kepada setiap makhluk hidup dan juga keragaman kehidupan di dunia ini. Rasa syukur ini tidaklah cukup untuk menggambarkan dan merasakan nikmat yang telah Engkau limpahkan kepada hambamu yang tidak pandai bersyukur ini. Serta kepada Nabi Muhammad SAW, tiada manusia sempurna selain Engkau untuk dijadikan suri teladan bagi hamba yang jauh dari sempurna ini. Sebuah karya kecil yang sederhana ini aku persembahkan kepada orang-orang yang istimewa di kehidupanku yaitu untuk:

- Ibu Siti Yatimah dan Bapak Subino. Pendampingan dan cinta kasih kalian yang sanggup membuatku bertahan dan tersenyum di hari paling melelahkan sekalipun. Terimakasih untuk perjalanan ini, untuk proses yang tak selalu mudah tetapi selalu indah.
- Kakak-kakakku tersayang, Mas Anang, Mba Anik dan Mas Andri. Terimakasih kalian sudah bersedia menjadi persinggahan yang dinamis untuk berbagi cerita, saran dan kebersamaan.

Saya bingkiskan tulisan ini untuk:

- Sahabat terbaik, Annisa, Isti, Wikan, Sonia, Dalili dan teman-teman Geografi NR 2010, terimakasih untuk kebersamaan serta persahabatan yang indah dan berkesan.
- Bagus Asfani Fathurochman, terimakasih untuk segala do'a, dukungan dan nasehat dalam setiap proses penyelesaian skripsi ini.
- Almamater SMA Negeri 1 Bukateja serta seluruh Guru, terimakasih atas ilmu yang telah diberikan.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bendung adalah suatu bangunan yang dibuat dari pasangan batu kali, bronjong atau beton, yang terletak melintang pada sebuah sungai yang tentu saja bangunan ini dapat digunakan pula untuk kepentingan lain selain irigasi, seperti untuk keperluan air minum, pembangkit listrik atau untuk pengendalian banjir. Menurut macamnya bendung dibagi dua, yaitu bendung tetap dan bendung sementara, bendung tetap adalah bangunan yang sebagian besar konstruksi terdiri dari pintu yang dapat digerakkan untuk mengatur ketinggian muka air sungai, sedangkan bendung sementara adalah bangunan yang dipergunakan untuk menaikkan muka air di sungai, sampai pada ketinggian yang diperlukan agar air dapat dialirkan ke saluran irigasi dan petak tersier (Vicky Richard M dkk, 2013: 533).

Pemanfaatan sumber daya air seperti untuk pembangkit listrik, Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dan irigasi terlebih dahulu harus mengetahui debit andalannya. Debit andalan digunakan sebagai debit perencanaan yang diharapkan mampu menyediakan kebutuhan air untuk tanaman dan keperluan kegiatan manusia lainnya untuk waktu jangka panjang. Pemanfaatan dan pengelolaan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara bijaksana dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang maupun generasi mendatang. Air memang sangat penting bagi

kehidupan, sehingga manusia dapat memenuhi kebutuhan hidupnya, seperti kebutuhan rumah tangga, kebutuhan industri, air irigasi untuk pertanian serta, energi potensial untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).

Kebutuhan akan sumber daya listrik sudah menjadi kebutuhan primer bagi setiap manusia diseluruh dunia di era globalisasi saat ini. Di samping kebutuhan primer lainnya, listrik sesungguhnya memiliki peranan yang sangat penting dalam menggerakkan setiap aktivitas manusia, terutama dalam menggerakkan roda perekonomian dunia. Tanpa adanya sumber energi listrik kita tidak dapat membayangkan bagaimana jadinya kehidupan manusia di masa kini maupun di masa yang akan datang.

Pembangkit listrik yang ada di Indonesia salah satunya yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang menggunakan bahan bakar fosil, yang tentunya berdampak buruk bagi lingkungan. PLTU menggunakan berbagai macam bahan bakar terutama batu bara dan minyak bakar yang merupakan penghasil gas karbondioksida. Gas karbondioksida sendiri merupakan salah satu penyebab dari pemanasan global yang tentunya akan berdampak buruk bagi lingkungan. Pembangkit listrik dapat menggunakan sumber lain selain uap yang lebih berwawasan lingkungan, yaitu menggunakan tenaga air. Air merupakan salah satu sumber daya yang dapat menghasilkan energi, terutama energi listrik yaitu dengan cara mengubah energi potensial menjadi energi kinetik dan dari energi kinetik diubah menjadi energi listrik. Salah satu pembangkit listrik yang menggunakan

tenaga air dan berwawasan lingkungan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).

Mikrohidro adalah istilah yang digunakan untuk instalasi pembangkit listrik yang menggunakan energi air. Kondisi air yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber daya (*resources*) penghasil listrik adalah memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu dan instalasi. Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya dari instalasi maka semakin besar energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik. Mikrohidro juga dikenal sebagai *white resources* dengan kelemahan bebas bisa dikatakan “energi putih”. Dikatakan demikian karena instalasi pembangkit listrik seperti ini menggunakan sumber daya yang telah disediakan oleh alam dan ramah lingkungan. Suatu kenyataan bahwa alam memiliki air terjun atau jenis lainnya yang menjadi tempat air mengalir. Dengan teknologi sekarang maka energi aliran air beserta energi perbedaan ketinggiannya dengan daerah tertentu (tempat instalasi akan dibangun) dapat diubah menjadi energi listrik (Siti Chadidjah dan Wiyoto, 2011: 208-209).

Pemanfaatan selain untuk pembangkit listrik fungsi bendung juga sebagai irigasi. Suatu pertanian untuk mendapatkan hasil yang baik, maka diperlukan adanya irigasi. Air untuk irigasi ini dapat berasal dari hujan maupun air permukaan. Tanaman padi merupakan jenis tanaman yang membutuhkan banyak air untuk tumbuh dan berkembang, dengan mengetahui jumlah air yang diperlukan untuk kehidupan tanaman pada masing-masing areal pertanian, maka dapat dicapai pembagian air yang merata dan

mencukupi. Artinya air irigasi yang di alirkan ke areal sawah tersebut disesuaikan dengan kebutuhan pertaniannya.

Secara umum air irigasi diperoleh dari air hujan dan air permukaan (aliran air sungai). Bentuk dari pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya air di bidang pertanian adalah irigasi, yaitu suatu usaha mendatangkan air dengan membuat bangunan dan saluran-saluran untuk mengalirkan air guna keperluan pertanian, membagi-bagikan air ke sawah-sawah atau ladang-ladang dengan cara yang teratur dan membuang air yang tidak diperlukan lagi setelah air itu dipergunakan sebaik-baiknya (Gandakoesoemah, 1975).

Kabupaten Bantul, Kecamatan Imogiri, khususnya di Desa Kebonagung, memiliki Bendung Tegal yang merupakan perpaduan alam yang masih alami dengan aliran Sungai Opak. Sungai Opak sendiri merupakan sungai yang cukup panjang melintasi Kabupaten Sleman dan Bantul, dan berhulu langsung dari Gunung Merapi. Bendung Tegal merupakan bendungan yang di buat pemerintah pada tahun 1997. Sungai Opak dahulu sering dimanfaatkan oleh masyarakat Desa Kebonagung untuk menambang pasir, namun pada tahun 1997 Sungai Opak yang melalui Desa Kebonagung dibendung sejauh 100 meter atas kebijakan pemerintah. Pembendungan Sungai Opak ini di maksudkan sebagai pengairan desa agar masyarakat tidak lagi mengalami kesulitan dalam mendapatkan air pada musim kemarau sehingga sawah mereka dapat terairi sepanjang tahun. Pada tahun 2003 Bendung Tegal dengan lebar 100 meter dengan luas kurang lebih 3 ha ini diresmikan (TIM KKN Tematik Kewirausahaan UAJY, 2011: 12).

Pembangunan Bendung Tegal memang bertujuan untuk membantu para petani mendapatkan air irigasi untuk mengairi persawahan dan perkebunannya di Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo, namun penelitian ini juga bertujuan untuk mencari tahu potensi lain dari Bendung Tegal yaitu untuk PLTMH. Keberadaan sarana pembangkit listrik tenaga mikrohidro, diharapkan dapat membangun desa mandiri energi terbarukan untuk dimanfaatkan bagi pengembangan potensi sosial ekonomi desa (pendidikan, pariwisata, kesehatan, keluarga berencana, keagamaan, pertanian, peternakan, industri kecil/rumah, kerajinan, keterampilan, perdagangan, dan lain-lainya). Aliran irigasi dari Bendung Tegal ada dua, yaitu pintu Barat dan pintu Timur. Pintu Barat aliran irigasi Bendung Tegal melalui Kecamatan Pundong dan sekitarnya, sedangkan pintu Timur aliran irigasinya melalui Kecamatan Imogiri tepatnya di Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo.

Tenaga mikrohidro merupakan teknologi berskala kecil yang dapat diterapkan pada sumber daya air, untuk mengubah potensi tenaga air yang ada menjadi daya listrik atau pemutar alat lainnya antara lain pompa air, mesin giling padi yang secara tidak langsung bermanfaat untuk menunjang kegiatan sosial ekonomi masyarakat di Kecamatan Imogiri terutama di Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo. Saat ini Bendung Tegal hanya di manfaatkan untuk irigasi saja.

Desa Sriharjo menurut buku Rencana Penataan Permukiman tahun 2009-2014, jaringan listrik yang ada seluruhnya bersumber dari PLN. Cakupan jaringan sudah mencapai seluruh dusun yang ada namun belum

semua keluarga menikmati pelayanan tersebut akibat kesulitan biaya penyambungan atau kendala lain. Jumlah sambungan listrik adalah 2.045 sambungan atau 77% dari jumlah rumah dan sisanya 23% atau adalah rumah yang belum terlayani listrik dari PLN. Pada lokasi yang sulit dicapai oleh jaringan PLN, maka perlu dipikirkan alternatif lain seperti PLTMH. Di Desa Kebonagung sendiri PLTMH dapat dimanfaatkan untuk membantu industri kecil, penerangan jalan dan pengembangan pariwisata.

Tabel 1. Jumlah Sambungan PLN per Dusun

No.	Pedukuhan	Tersambung PLN (rumah)	Belum Terlayani (rumah)
1.	Miri	211	69
2.	Mojohuro	184	32
3.	Jati	231	47
4.	Pelemadu	294	51
5.	Sungapan	92	65
6.	Gondosuli	121	36
7.	Trukan	115	35
8.	Dogongan	122	54
9.	Ketos	162	-
10.	Ngrancah	135	62
11.	Pengkol	98	-
12.	Sompok	163	10
13.	Wunut	117	33
Jumlah		2.045	494

Sumber: Rencana Penataan Permukiman Tahun 2009-2014 Desa Sriharjo Kecamatan Imogiri Kabupaten Bantul.

Pembangunan tenaga mikrohidro tersebut untuk mengurangi pemanasan global (*global warming*). Teknologi ini memanfaatkan sumber daya yang terbarukan, oleh karena itu biaya operasi dan pemeliharaannya lebih rendah dibandingkan dengan mesin diesel yang menggunakan energi fosil (BBM). Unsur utama yang harus dipenuhi di dalam pembangunan PLTMH adalah adanya kapasitas air (debit) dan perbedaan muka air atau beda tinggi jatuh air (*head*), dalam hal ini energi potensial air yang

digunakan, namun jika digunakan energi kinetik air maka kecepatan aliran air (*velocity*) menjadi hal yang paling utama (Kamal, 2007 dalam M.Woro Nugroho, 2009).

Bendung Tegal dari pintu air Timur merupakan salah satu saluran yang dimanfaatkan oleh masyarakat Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo untuk irigasi pertanian, sehingga membutuhkan debit air yang banyak untuk mengairi lahan persawahan di desa-desa tersebut. Beberapa wilayah pertanian di daerah penelitian tidak dapat terairi dengan baik selama musim kemarau terutama di Desa Sriharjo bagian timur, sehingga masyarakat yang mengendalikan sumur dan pompa air untuk membantu mengairi sawahnya. Kehilangan air yang ada di saluran-saluran pembawa (jaringan irigasi), mengalami evaporasi (penguapan) karena tingginya suhu udara. Ketersediaan airnya juga sudah semakin menurun akibat sedimentasi material dari Gunung Merapi serta pada sistem pengaturan dan pembuangan air yang tidak sesuai. Di samping itu, efisiensi irigasi juga dipengaruhi oleh besarnya infiltrasi, tipe dan kondisi saluran, tekstur tanah, serta panjang saluran. Diperlukan adanya suatu usaha manajemen air yang baik dan efisiensi agar pemenuhan kebutuhan air di masa yang akan datang dapat tetap terjamin sepanjang tahun, khususnya untuk pertanian irigasi.

Pendistribusian air irigasi sering kali ditemukan kendala-kendala, terutama dalam hal pengaturan distribusi air yang cukup ke petak-petak sawah petani, pergiliran pemberian air tidak sesuai dengan kebutuhan, tinggi rendahnya permukaan sawah, dan jauh dekatnya dari sumber air. Bagi petani

yang lokasi sawahnya berada di hulu mungkin tidak banyak menemukan masalah, tetapi bagi petani yang berada di hilir menerima distribusi air yang tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman. Pentingnya campur tangan pemerintah untuk mengatasi permasalahan dalam pendistribusian air agar pertanian berkembang dengan baik seperti pembuatan bendungan atau cek dam supaya pendistribusian air atau irigasi dapat terpenuhi secara merata pada daerah-daerah pertanian.

Berdasarkan kondisi tersebut maka studi kasus yang difokuskan dalam penelitian ini yakni **“Potensi Debit Air Bendung Tegal Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Dan Irigasi Di Desa Kebonagung Dan Desa Sriharjo Kecamatan Imogiri Kabupaten Bantul”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, dapat diidentifikasi beberapa masalah, yaitu:

1. Kurangnya pengetahuan masyarakat setempat tentang potensi sumber daya lokal yang dapat mendukung pembangunan PLTMH dan pemanfaatannya.
2. Belum adanya sosialisasi masyarakat tentang manfaat dan adanya pembangkit listrik tenaga mikrohidro.
3. Belum diketahui tingkatan potensi debit Bendung Tegal untuk pemanfaatan PLTMH.

4. Saluran irigasi yang terlalu panjang mengakibatkan banyak kehilangan air.
5. Masih adanya daerah-daerah yang kekurangan air irigasi terutama di daerah hilir.
6. Kurang terawatnya beberapa saluran irigasi yang mempengaruhi kapasitas airnya.
7. Banyaknya endapan dan tanaman air seperti Enceng Gondok yang menyebabkan penyumbatan saluran irigasi yang mengakibatkan terganggunya pendistribusian air.
8. Belum diketahuinya ketersediaan air permukaan yang berbeda-beda di setiap daerah pertanian, sehingga kurang optimalnya pemanfaatan air irigasi dari Bendung Tegal.
9. Belum diketahuinya besar kebutuhan air untuk lahan pertanian yang dilalui jaringan irigasi dari Bendung Tegal.
10. Belum diketahuinya evaluasi potensi dari air Bendung Tegal untuk irigasi di Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang ada, maka masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini dibatasi pada masalah:

1. Tingkatan potensi debit air Bendung Tegal untuk PLTMH di Kecamatan Imogiri terutama bagi Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo.
2. Evaluasi potensi dari air Bendung Tegal untuk irigasi di Kecamatan Imogiri terutama Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkatan potensi debit air Bendung Tegal untuk PLTMH di Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo?
2. Bagaimana evaluasi potensi debit air Bendung Tegal untuk irigasi di Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Tingkatan potensi debit air Bendung Tegal untuk PLTMH di Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo.
2. Evaluasi potensi debit air Bendung Tegal untuk irigasi di Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo.

F. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis
 - a) Sebagai bahan masukan informasi bagi peneliti yang tertarik dengan potensi energi yang terbarukan seperti tenaga listrik mikrohidro yang ramah lingkungan dan mengurangi dampak pemanasan global.
 - b) Untuk menambah pengetahuan dan pemahaman terhadap kajian ilmu geografi, terutama hidrologi untuk pengairan.

- c) Penelitian ini juga diharapkan bermanfaat menambah wawasan dan pemahaman lebih lanjut mengenai pemanfaatan aliran air untuk dikonversi menjadi tenaga listrik melalui tenaga mikrohidro.

2. Manfaat Praktis

- a) Menjadi informasi dan bahan acuan tentang potensi air bendung sebagai sumber energi PLTMH.
- b) Menambah pengetahuan bagi masyarakat Desa Kebonagung dan sekitarnya tentang potensi energi, pengembangan manfaat energi dan juga tentang evaluasi air Bendung Tegal untuk irigasi agar masyarakat dapat memanfaatkan air irigasi dengan baik.
- c) Untuk menyumbang pikiran bagi pemerintah sebagai bahan pertimbangan dalam rangka pembinaan energi potensial di masyarakat Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo.

3. Manfaat dalam Bidang Pendidikan

Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pengayaan dalam mata pelajaran Geografi yang terkait dengan kompetensi dasar yang terdapat pada Sekolah Menengah Atas kelas XI, yaitu persebaran sumber daya alam. Dalam hal ini potensi air Bendung Tegal untuk PLTMH dan evaluasi air Bendung Tegal untuk irigasi dapat menjelaskan pemanfaatan sumber daya alam secara arif.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Kajian Geografi

a. Pengertian Geografi

Geografi berasal dari kata *geo* yang berarti bumi dan *graphein* yang berarti tulisan atau lukisan. Menurut Erasthenes, *geo-graphika* berarti tulisan tentang bumi, yang diartikan pada pengertian geografi, tidak hanya berkenaan dengan fisik alamiah bumi saja, melainkan juga meliputi gejala dan prosesnya (Nursid Sumaatmadja, 1981: 30-31).

Pada seminar lokakarya di Semarang pada tahun 1988 telah dirumuskan pengertian geografi. Geografi adalah ilmu yang mempelajari persamaan dan perbedaan fenomena geosfer dengan sudut pandang kelingkungan dan kewilayahan dalam konteks keruangan (Suharyono dan Moch. Amien, 2013: 19). Bintarto dan Surastopo Hadi Sumarno (1979: 7) mengemukakan bahwa geografi adalah disiplin ilmu yang berorientasi kepada masalah-masalah dalam rangka interaksi antara manusia dengan lingkungan.

b. Konsep Geografi

Pada seminar dan lokakarya yang diselenggarakan di Semarang tahun 1989 dan 1990 para ahli geografi Indonesia merumuskan 10

konsep esensial geografi yang meliputi: (Suharyono dan Moch. Amien, 2013: 35-44).

1) Konsep lokasi

Konsep lokasi atau letak merupakan konsep utama yang sejak awal pertumbuhan geografi telah menjadi ciri khas ilmu atau pengetahuan geografi. Secara pokok dapat dibedakan menjadi dua pengertian, yaitu lokasi absolut dan lokasi relatif. Lokasi absolut menunjukkan letak yang tetap terhadap sistem grid atau kisi-kisi atau koordinat. Lokasi relatif, arti lokasi ini berubah-ubah bertalian dengan keadaan daerah sekitarnya.

2) Konsep jarak

Jarak sebagai konsep geografi mempunyai arti penting bagi kehidupan sosial, ekonomi maupun juga untuk kepentingan pertahanan. Jarak dapat merupakan faktor pembatas yang bersifat alami. Jarak berkaitan erat dengan arti lokasi dan upaya pemenuhan kebutuhan atau keperluan pokok kehidupan (air, tanah subur, pusat pelayanan) pengangkutan barang dan penumpang.

3) Konsep keterjangkauan

Keterjangkauan atau *accessibility* tidak selalu berkaitan dengan jarak, tetapi lebih berkaitan dengan kondisi medan atau ada tidaknya sarana angkutan atau komunikasi yang dapat dipakai. Keterjangkauan umumnya juga berubah dengan adanya perkembangan perekonomian dan kemajuan teknologi. Tetapi

sebaliknya, tempat-tempat yang memiliki keterjangkauan sangat rendah akan sukar mencapai kemajuan dan mengembangkan perekonomiannya.

4) Konsep pola

Pola berkaitan dengan susunan bentuk atau persebaran fenomena dalam ruang di muka bumi, baik fenomena yang bersifat alami (aliran sungai, persebaran vegetasi, jenis tanah, curah hujan dan sebagainya) maupun fenomena sosial budaya (permukiman, persebaran penduduk, pendapatan, mata pencaharian, jenis rumah tempat tinggal dan sebagainya).

5) Konsep morfologi

Morfologi menggambarkan perwujudan daratan muka bumi sebagai hasil pengangkatan atau penurunan wilayah (secara geologi) yang lazimnya disertai erosi dan sedimentasi hingga ada yang berbentuk pulau-pulau daratan luas yang berpegunungan dengan lereng-lereng tererosi, lembah-lembah dan daratan aluvialnya. Morfologi juga menyangkut bentuk lahan yang berkaitan dengan erosi dan pengendapan penggunaan lahan, tebal tanah, ketersediaan air serta jenis vegetasi yang dominan.

6) Konsep aglomerasi

Aglomerasi merupakan kecenderungan persebaran yang bersifat mengelompok pada suatu wilayah yang relatif sempit yang

paling menguntungkan baik mengingat kesejenisan maupun adanya faktor-faktor umum yang menguntungkan.

7) Konsep nilai kegunaan

Nilai kegunaan fenomena atau sumber-sumber di muka bumi bersifat relatif, tidak sama bagi semua orang atau golongan penduduk tertentu.

8) Konsep interaksi interdependensi

Interaksi merupakan peristiwa yang saling mempengaruhi antara tempat yang satu dengan tempat lainnya. Setiap tempat dapat mengembangkan potensi sumber-sumber serta kebutuhan yang tidak selalu sama dengan apa yang ada ditempat lain. Oleh karena itu senantiasa terjadi interaksi atau bahkan interdependensi antar tempat yang satu dengan tempat atau wilayah yang lain.

9) Konsep diferensiasi area

Setiap tempat atau wilayah terwujud sebagai hasil integrasi berbagai unsur atau fenomena lingkungan baik yang bersifat alam atau kehidupan. Integrasi setiap fenomena menjadikan sesuatu tempat atau wilayah mempunyai corak individualitas tersendiri sebagai suatu region yang berbeda dari tempat atau wilayah lain. Unsur atau fenomena lingkungan bersifat dinamis sehingga menghasilkan karakteristik yang berubah dari waktu ke waktu.

10) Konsep keterkaitan keruangan

Keterkaitan keruangan atau asosiasi keruangan menunjukkan derajat keterkaitan persebaran atau fenomena dengan fenomena yang lain di suatu tempat atau ruang, baik yang menyangkut fenomena alam, tumbuhan, maupun kehidupan sosial.

Berdasarkan sepuluh konsep geografi di atas, penelitian ini menggunakan tiga konsep geografi yang diterapkan yaitu konsep lokasi, konsep pola dan konsep nilai kegunaan. Di bawah ini akan dijelaskan tiga konsep tersebut yang berkaitan dengan permasalahan penelitian, yaitu:

1) Konsep lokasi

Konsep lokasi pada penelitian ini berfungsi untuk mengetahui fenomena geosfer karena lokasi suatu objek di daerah penelitian yang membedakan kondisi wilayah yang ada di sekelilingnya.

2) Konsep morfologi

Konsep morfologi pada penelitian ini menyangkut tentang bentuk lahan yang berkaitan dengan ketersediaan air di daerah penelitian.

3) Konsep nilai kegunaan

Nilai kegunaan di daerah penelitian tersebut memiliki nilai kegunaan untuk masyarakat di Desa Kebonagung dalam kegiatan sosial-ekonomi.

c. Pendekatan Geografi

Hadi Sabari Yunus mengemukakan tiga pendekatan, yaitu:

1) Pendekatan Keruangan (*Spatial Approach*)

Pendekatan keruangan (*spatial approach*) merupakan suatu metode untuk memahami gejala tertentu agar mempunyai pengetahuan yang lebih mendalam melalui media ruang yang dalam hal ini variabel ruang mendapat posisi utama dalam setiap analisis. Gejala tertentu dalam studi Geografi adalah gejala geosfera (*geospheric phenomena*). Hal ini diperkuat oleh Goodall (1987) yang mengemukakan bahwa pendekatan keruangan diartikan sebagai suatu metode analisis yang menekankan pada variabel ruang (Hadi Sabari Yunus, 2010: 44)

2) Pendekatan Kelingkungan (*Ecological Approach*)

Secara singkat istilah *ecology* dapat didefinisikan sebagai suatu ilmu pengetahuan yang mempelajari hubungan timbal balik antara organisme itu sendiri dan juga dengan lingkungannya. Dalam kamus Geografi Kemanusiaan (*Dictionary of Human Geography*) definisi *ecology* secara singkat dikemukakan sebagai berikut:

Ecology is the scientific study of the mutual relationship between organisms, both plant and animal, and their environment (the total of the external conditions that surrounds an organism, community or object) Goodall, 1987; Johnstone, et al., 2000 (dalam Hadi Sabari Yunus, 2010: 85).

3) Pendekatan Kompleks Wilayah (Regional Complex Approach)

Pendekatan kompleks wilayah sebenarnya menganggap bahwa wilayah yang bersangkutan tidak lain juga merupakan suatu sistem yang di dalamnya terdapat komponen-komponen wilayah yang diyakini saling berkaitan satu sama lain, saling berimbaldaya, saling berinteraksi. Konsekuensi dari interaksi tersebut adalah bahwa apabila ada salah satu atau beberapa komponen yang berubah maka sangat mungkin akan mengakibatkan perubahan komponen-komponen yang lain (Hadi Sabari Yunus, 2010: 116).

Penelitian ini menggunakan pendekatan keruangan (*spatial approach*) yang menekankan analisisnya pada variasi distribusi dan lokasi dan merupakan suatu metode untuk memahami gejala tertentu agar mempunyai pengetahuan yang lebih mendalam melalui media ruang yang dalam hal ini variabel ruang mendapat posisi utama dalam setiap analisis.

2. Kajian Hidrologi

a. Pengertian Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang kejadian, perputaran, dan penyebaran air di atmosfer dan di permukaan bumi serta di bawah permukaan bumi. Hidrologi termasuk salah satu cabang ilmu geografi fisik dan sudah mulai dikembangkan oleh para filsuf kuno, antara lain dari Yunani, Romawi, Cina, dan Mesir (Soewarno, 1991: 1).

Salah satu takrif (*definition*) menurut *Science and Technology USA* (Chow, 1964) berbunyi sebagai berikut:

“Hidrologi merupakan ilmu yang mempelajari seluk-beluk air, kejadian dan distribusinya, sifat alami dan kimianya, serta reaksinya terhadap kebutuhan manusia.”

Memperhatikan takrif tersebut di atas, maka ilmu hidrologi mencakup semua air di alam. Dalam perkembangannya, ilmu hidrologi kemudian terbagi menjadi berbagai ilmu keairan yang bersifat lebih khusus (Sri Harto Br, 1993: 6).

b. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan suatu sistem yang tertutup, dalam arti bahwa pergerakan air pada sistem tersebut selalu tetap berada di dalam sistemnya. Siklus hidrologi terdiri dari enam sub sistem yaitu:

- 1) Air di atmosfer
- 2) Aliran permukaan
- 3) Aliran bawah permukaan
- 4) Aliran air tanah
- 5) Aliran sungai/saluran terbuka
- 6) Air di lautan dan air genangan

Air di lautan dan di genangan (danau, rawa, waduk), oleh karena adanya radiasi matahari maka air tersebut akan menguap ke dalam atmosfer. Uap air akan berubah menjadi hujan karena proses pendinginan. Sebagian air hujan yang jatuh di permukaan bumi akan

menjadi aliran permukaan. Aliran permukaan sebagian akan meresap ke dalam tanah menjadi aliran bawah permukaan melalui proses infiltrasi dan perkolasi, selebihnya akan berkumpul di dalam jaringan alur (sungai alam atau buatan) menjadi aliran sungai/saluran terbuka dan mengalir kembali ke dalam lautan.

Sebagian air hujan yang tertahan oleh tumbuh-tumbuhan dan sebagian lagi yang jatuh langsung ke dalam laut dan danau akan menguap kembali ke dalam atmosfer. Sebagian dari air bawah permukaan kembali ke atmosfer melalui proses penguapan dan transpirasi oleh tanaman dan sebagian lagi menjadi aliran air tanah melalui proses perkolasi dan mengalir ke lautan (Soewarno, 1991: 1-3).

c. Sumber Daya Air

Sumber daya air adalah air, sumber air, dan daya air yang terkandung di dalamnya (Robert J.Kodoatie dan Roestam Sjarief, 2008: 19). Air juga merupakan bagian penting dari sumber daya alam yang mempunyai karakteristik unik dibandingkan dengan sumber daya lainnya. Air bersifat sumber daya yang terbarukan dan dinamis. Artinya sumber utama air yang berupa hujan akan selalu datang sesuai dengan waktu atau musimnya sepanjang tahun (Robert J.Kodoatie dan Roestam Sjarief, 2008: 1).

d. Debit aliran

Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu.

Sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/dt). Dalam laporan-laporan teknis, debit biasanya ditunjukkan dalam bentuk hidrograf aliran (Chay Asdak, 2007: 190). Bagi seorang hidrologis, yang menarik terhadap unsur aliran sungai terutama adalah volume aliran yang mengalir pada suatu penampang basah persatuan waktu (m^3/det) atau sering disebut dengan debit (Soewarno, 1991: 7).

e. Mengukur Debit Aliran

Penentuan debit dapat dilakukan dengan dua cara yaitu melalui data debit yang diperoleh dari Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (PSDA) dan melalui pengukuran langsung yang menghasilkan debit sesaat. Pembangunan PLTMH yang mengambil aliran air langsung dari sungai tanpa menggunakan bendungan atau waduk sebagai penyimpan air, maka perlu memperhatikan debit andalan dari sungai yang disadap. Debit andalan adalah dapat dipakai untuk berbagai keperluan yang dinyatakan presentase. Untuk pembangkit listrik tenaga air debit andalan yang digunakan adalah 80% - 90%. Debit andalan 80% ($Q_{80\%}$) artinya debit yang selalu disamai dan dilampaui sepanjang 80% waktu, apabila satuan waktu dalam hari (1 tahun= 365 hari) maka debit andalan 80% adalah debit minimum dan selebihnya selama 80% dikalikan 365 hari.

Pengukuran debit aliran dapat dilakukan dengan mengukur waktu tempuh pelampung untuk panjang atau jarak tertentu yang

ditentukan. Dari besaran jarak dan waktu dapat dihitung kecepatan air. Karena pelampung hanya mengukur kecepatan pada permukaan air diperlukan modifikasi (mengisi pelampung dengan air agar massa jenisnya hampir sama dengan air sehingga melayang) agar kecepataannya bisa mewakili seluruh luas penampang (Harvey, 1993: 46).

f. Bendung

Bendung adalah suatu bangunan yang dibuat dari pasangan batu kali, bronjong atau beton, yang terletak melintang pada sebuah sungai yang tentu saja bangunan ini dapat digunakan pula untuk kepentingan lain selain irigasi, seperti untuk keperluan air minum, pembangkit listrik atau untuk pengendalian banjir. Menurut macamnya bendung dibagi dua, yaitu bendung tetap dan bendung sementara, bendung tetap adalah bangunan yang sebagian besar konstruksi terdiri dari pintu yang dapat digerakkan untuk mengatur ketinggian muka air sungai sedangkan bendung sementara adalah bangunan yang dipergunakan untuk menaikkan muka air di sungai, sampai pada ketinggian yang diperlukan agar air dapat dialirkan ke saluran irigasi dan petak tersier (Vicky Richard M dkk, 2013: 533).

3. Pengertian Mikrohidro dan Pemanfaatannya

a. Pengertian Mikrohidro

Mikrohidro adalah istilah yang digunakan untuk instalasi pembangkit listrik yang menggunakan energi air. Kondisi air yang bisa

dimanfaatkan sebagai sumber daya (*resources*) penghasil listrik adalah memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu dan instalasi. Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya dari instalasi maka semakin besar energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik.

Mikrohidro dibangun berdasarkan kenyataan bahwa adanya air yang mengalir di suatu daerah dengan kapasitas dan ketinggian yang memadai. Istilah kapasitas mengacu kepada jumlah volume aliran air persatuan waktu (*flow capacity*) sedangkan beda ketinggian daerah aliran sampai ke instalasi dikenal dengan istilah *head*. Mikrohidro juga dikenal sebagai *white resources* dengan kelemahan bebas bisa dikatakan “energi putih”. Dikatakan demikian karena instalasi pembangkit listrik seperti ini menggunakan sumber daya yang telah disediakan oleh alam dan ramah lingkungan. Suatu kenyataan bahwa alam memiliki air terjun atau jenis lainnya yang menjadi tempat air mengalir. Dengan teknologi sekarang maka energi aliran air beserta energi perbedaan ketinggiannya dengan daerah tertentu (tempat instalasi akan dibangun) dapat diubah menjadi energi listrik (Siti Chadidjah dan Wiyoto, 2011: 208-209).

Secara teknis, mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sumber energi), turbin dan generator. Air yang mengalir dengan kapasitas tertentu disalurkan ketinggian tertentu menuju rumah instalasi (rumah turbin). Melihat hal itu, maka perlu diperhatikan adalah apakah

sebuah wilayah memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi tempat dibangunnya sebuah pembangkit listrik tenaga mikrohidro atau tidak, yang menjadi syarat bagi wilayah tersebut adalah disana terdapat sungai yang mengalirkan air, kemudian ada perbedaan ketinggian antara aliran air dengan instalasi sehingga menimbulkan tenaga air yang mampu menggerakkan turbin, daya yang dihasilkan berkisar antara 100-5000 W (Siti Chadidjah dan Wiyoto, 2011: 222).

Pemerintah telah membuat peraturan perundangan yang menunjang investasi dalam bidang Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro yaitu Peraturan Pemerintah No. 3 tahun 2005 tentang ketenagalistrikan menyatakan bahwa guna menjamin ketersediaan energi primer untuk pembangkit tenaga listrik, diprioritaskan penggunaan sumber energi setempat dengan kewajiban mengutamakan pemanfaatan sumber energi terbarukan.

Dalam pasal peraturan pemerintah tersebut disebutkan:

“Penyediaan tenaga listrik dilakukan dengan memanfaatkan seoptimal mungkin sumber energi yang terdapat diwilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia” (PP No. 3 Tahun 2005 Pasal 2 ayat 3)

“Guna menjamin ketersediaan energi primer untuk penyediaan tenaga listrik untuk kepentingan umum, diprioritaskan penggunaan sumber energi setempat dengan kewajiban mengutamakan pemanfaatan sumber energi terbarukan” (PP No. 3 Tahun 2005 Pasal 2 ayat 4)

b. Perhitungan Potensi Mikrohidro

Metode perhitungan yang dipakai dalam penentuan mikrohidro yaitu sebagai berikut:

1) Pengukuran potensial air berdasarkan hukum Newton dan persamaan Bernouli

Perhitungan potensi daya sumber tenaga potensial air berdasarkan hukum Newton dan persamaan Bernouli dapat dilakukan dengan persamaan-persamaan berikut:

Untuk memanfaatkan energi potensial atau *head* (h), potensi daya dihitung dengan:

$$E = m g h$$

Dengan E energi potensial air yang berada pada ketinggian h, m adalah massa air dan g adalah gravitasi bumi.

Daya (W) adalah energi per satuan waktu (t), jadi secara matematis

$$\frac{E}{t} = \frac{m g h}{t} = W$$

Bila Q adalah debit air dan ρ adalah masaa jenisnya, maka $\frac{m}{t} = \rho Q$, sehingga potensi daya air (W) yang mempunyai ketinggian h m, jatuh mengalir dengan debit Q m³/ s adalah :

$$W = Q \rho g h \text{ (kW)}$$

Dengan ρ adalah massa jenis air dalam kg/m³, dan g adalah gravitasi bumi dalam m/detik².

Dengan berdasar pada cara-cara perhitungan di atas potensi daya sekelas PLTMH yang banyak terdapat di wilayah Indonesia dapat dipetik manfaatnya, sehingga dapat turut serta mengurangi defisit energi listrik yang sampai saat ini belum teratasi 100%. Potensi daya sekelas mikrohidro banyak terdapat di daerah dataran rendah, yakni dengan memanfaatkan potensi energi kinetik dari aliran-aliran sungai kecil ataupun di banyak saluran irigasi.

2) Efisiensi Mikrohidro menurut Harvey

Besarnya energi yang hilang dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu: Kerugian / *losses* pipa pesat / *penstock*.

Tabel 2. Harga efisiensi mikrohidro

No.	Efisiensi	Harga (%)
1.	Efisiensi konstruksi sipil	95%
2.	Efisiensi penstock	90%
3.	Efisiensi turbin	80%
4.	Efisiensi Generator	85%
5.	Efisiensi Trafo	96%
6.	Efisiensi transmisi	90%

Sumber : Harvey, 1993: 4

Sehingga persamaan di atas menjadi:

$$P_{netto} = g \times Q \times H \times E_t \text{ (kW)}$$

Dengan P_{netto} adalah daya listrik yang dapat dimanfaatkan $E_t =$ Efisiensi total sistem.

c. Konversi Energi

Menurut hukum Termodinamika Pertama, energi bersifat kekal. Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi energi dapat dikonversikan dari bentuk energi yang satu ke bentuk energi yang lain. Kemampuan suatu sistem untuk menghasilkan suatu pengaruh yang berguna bagi kebutuhan manusia secara positif disebut *availabilitas* (Pudjanarsa, 2006 dalam M. Woro, 2009). Secara umum energi dapat dikategorikan menjadi beberapa macam, yaitu energi mekanik, energi listrik, energi elektomagnetik, energi kimia, energi nuklir, dan energi termal.

Dalam pemanfaatan energi, tidak semua jenis energi yang tersedia sama dengan jenis energi yang dibutuhkan, untuk itu dibutuhkan proses konversi. Mikrohidro merupakan salah satu sistem konversi energi dari energi air menjadi energi listrik. Arus air yang mengalir mengandung energi potensial (tekanan) dan energi kinetik (kecepatan). Saat aliran air dilewatkan turbin maka energi dari air akan diubah menjadi energi mekanik yaitu energi putar untuk memutar generator, dan pada generator diubah lagi menjadi energi listrik.

4. Tanah, Tekstur dan Struktur Tanah

a. Pengertian Tanah

Menurut Hasan Basri Jumin (2010: 27) tanah merupakan medium alam tempat tumbuhnya tumbuhan dan tanaman yang tersusun dari bahan-bahan padat, cair, dan gas. Bahan penyusun tanah dapat

dibedakan atas partikel mineral, bahan organik, jasad hidup, air, dan gas. Untuk kehidupan tanaman, tanah mempunyai fungsi sebagai berikut:

- 1) Tempat berdiri tegak dan bertumpunya tanaman.
- 2) Sebagai medium tumbuhan yang menyediakan hara dan pertukaran hara antara tanaman dengan tanah.
- 3) Sebagai penyediaan dan gudangnya air bagi tanaman

b. Pengertian Tekstur Tanah

Menurut Ance Gunarsih Kartasapoetra (2006: 60) Tekstur Tanah adalah perbandingan relatif dari partikel tanah dalam suatu masa tanah, terutama perbandingan antara fraksi liat, debu, dan pasir.

1) Tanah Berpasir

Jenis tanah ini kurang baik untuk pertanian, terutama untuk persawahan, karena sifat pelolosan airnya besar sekali, jadi memerlukan banyak air. Sebaliknya, tanah ini dapat digunakan untuk *dry farming* atau usaha tani tanah kering, jenis tanah ini bias digunakan. Tanah lempung berpasir atau *loamy sand soils* dapat dimasukkan ke golongan tanah ini.

2) Tanah berlempung atau *loam soil*

Tanah jenis ini sangat baik untuk pertanian, kecuali jika tanah itu telah terpengaruh oleh penggaraman atau menjadi asam karena bahan-bahan yang membawa sifat asam pada tanah. Tanah

jenis ini sangat lekat pegangannya antara satu dengan yang lainnya, baik pada keadaan musim kering maupun musim hujan.

3) Tanah liat berlempung atau *clayed soil*

Tanah dengan tekstur ini baik sekali untuk usaha tani persawahan. Apabila tanah jenis ini digunakan untuk usaha tani yang bersifat umum atau bercocok tanam palawija serta tanaman lainnya maka kelembabannya perlu diawasi secara ketat. Pengawasan ini untuk menjaga kelembaban optimal tanaman tersebut agar dapat terjarrin dengan baik. Tekstur tanah ini menentukan tata air dalam tanah, berupa kecepatan infiltrasi, penetrasi serta kemampuan pengikatan air dalam tanah.

c. Pengertian Struktur Tanah

Pengertian struktur tanah menurut Ance Gunarsih Kartasapoetra (2006: 61) struktur tanah merupakan susunan agregat-agregat primer tanah secara alami menjadi bentuk tertentu atau menjadi agregat-agregat yang lebih besar yang dibatasi bidang-bidang tertentu. Struktur tanah ini memegang peranan penting dalam pertumbuhan tanaman secara langsung ataupun secara tidak langsung. Pengaruh langsung terjadi pada akar tanaman. Apabila keadaan tanah lernah maka akar tanaman akan bekerja dengan baik sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik. Apabila keadaan tanah itu padat, akar-akar tanaman akan sukar menembus tanah. Pengaruh yang tidak langsung yaitu terhadap tata air, temperatur tanah, dan udara.

Tanah yang memiliki kondisi remah diharapkan bagi usaha tani karena perbandingan antara bahan padat dengan ruang pori-pori seimbang. Keseimbangan perbandingan volume ini menyebabkan kandungan air dan udara cukup bagi pertumbuhan akar, sedangkan bahan padatnya menjadikan akar dapat bertahan kuat.

Kondisi remah yang baik adalah kondisi remah sedang. Kondisi remah bercerai-berai kurang baik bagi pegangan akar tanaman. Kondisi remah sedang cenderung agak bergumpal. Dengan struktur tanah lekat-lengket, tanah melengket kuat sehingga pada musim kemarau selalu timbul retak.

Tanah dengan tekstur yang kasar akan menciptakan struktur tanah yang ringan, dengan pori-pori besar lebih banyak dari pori-pori tanah yang kecil. Tanah dengan tekstur halus akan menciptakan struktur tanah yang berat, dengan pori-pori tanah halus (kecil) lebih banyak dari pada pori-pori yang besar.

5. Pengertian Pertanian dan Irigasi

a. Pertanian

Pertanian adalah suatu jenis kegiatan produksi berlandaskan proses pertumbuhan dari tumbuh-tumbuhan dan hewan. Kegiatan pertanian terjadi ketika manusia mulai mengambil peranan dalam proses kegiatan tanaman dan hewan serta pengaturannya untuk memenuhi kebutuhan.

Dalam sistem pertanian dikenal adanya jenis pertanian basah dan jenis pertanian kering. Jenis pertanian basah yang kemudian diasosiasikan dengan pertanian padi di sawah (*wet rice field*) merupakan jenis pertanian yang mengutamakan adanya pengaturan pengairan atau irigasi. Jenis pertanian sawah basah ini dapat dibedakan atas sawah tadah hujan yang pengairannya bersumber dari curah hujan dan sawah oncoran sumber pengairannya tergantung pada aliran sungai. Jenis pertanian kering (*dry field cultivation*) biasanya menunjuk kepada pertanian yang dilakukan pada daerah terbuka atau tidak berteras yang sering disebut pertanian tegal atau gaga. Pengertian tegal yaitu suatu lokasi pertanian yang tidak menggunakan sistem irigasi, sedangkan pengertian gaga yaitu jenis tanaman padi yang biasanya di tanam pada pertanaman tegal (Subroto, 1985: 4).

b. Irigasi

Pengertian irigasi menurut Radjulaini (2009: 3) adalah usaha penyedia dan pengaturan air untuk memenuhi kebutuhan pertanian dan di samping itu air irigasi bisa juga digunakan untuk keperluan lain seperti untuk air baku, penyediaan air minum, pembangkit tenaga listrik, keperluan industri, perikanan, untuk penggelontoran riol-riol didalam kota (teknik penyehatan), dan lain sebagainya. Sumber air yang digunakan untuk irigasi di antaranya :

- 1) Air yang ada di permukaan tanah: sungai, danau, waduk dan mata air.

- 2) Air hujan yang ditampung dengan waduk lapangan (Embung)
- 3) Air tanah (*ground water*)

Dalam perkembangan saat ini irigasi dibagi menjadi 3 tipe, yaitu:

- 1) Irigasi sistem gravitasi

Dalam sistem irigasi ini, sumber air diambil dari air yang ada di permukaan bumi yaitu sungai, waduk dan danau di dataran tinggi. Pengaturan pembagian air irigasi menuju ke petak-petak sawah yang membutuhkan, dilakukan secara gravitatif.

- 2) Irigasi sistem pompa

Irigasi dengan sistem pompa bisa dipertimbangkan, apabila pengambilan secara gravitatif ternyata tidak layak dari segi ekonomi maupun teknik. Cara ini membutuhkan modal kecil, namun memerlukan eksploitasi yang besar. Sumber air yang dapat dipompa untuk keperluan irigasi dapat diambil dari sungai.

- 3) Irigasi pasang surut

Suatu tipe irigasi yang memanfaatkan pengempangan air sungai akibat peristiwa pasang-surut air laut. Areal yang direncanakan untuk tipe irigasi ini adalah areal yang mendapat pengaruh langsung dari peristiwa pasang surut air laut.

Adapun klasifikasi jaringan irigasi bila ditinjau dari cara pengaturan, cara pengukuran aliran air dan fasilitasnya, dibedakan atas tiga tingkatan yaitu:

1) Jaringan irigasi sederhana

Jaringan irigasi sederhana, pembagian air tidak diukur atau diatur sehingga air lebih akan mengalir ke saluran pembuang. Persediaan air biasanya berlimpah dan kemiringan berkisar antara sedang dan curam. Kelemahan dari jaringan irigasi ini diantaranya:

- a) Ada pemborosan air dan karena pada umumnya jaringan ini terletak di daerah yang tinggi, air yang terbuang tidak selalu dapat mencapai daerah rendah yang subur.
- b) Terdapat banyak pengendapan yang memerlukan lebih banyak biaya dari penduduk karena tiap desa membuat jaringan dan pengambilan sendiri-sendiri.
- c) Karena bangunan penangkap air bukan bangunan tetap/permanen, maka umurnya pendek.

2) Jaringan irigasi semi teknis

Pada jaringan irigasi semi teknis, bangunan bendungnya terletak di sungai lengkap dengan pintu pengambilan tanpa bangunan pengukur dibagian hilirnya. Beberapa bangunan permanen biasanya juga sudah dibangun di jaringan saluran. Sistem pembagian air biasanya serupa dengan jaringan sederhana.

3) Jaringan irigasi teknis

Salah satu prinsip pada jaringan irigasi teknis adalah pemisahan antara saluran irigasi/pembawa dan saluran pembuang/pemutus. Ini berarti bahwa baik saluran pembawa

maupun saluran pembuang bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing. Saluran pembawa mengalirkan air irigasi ke sawah-sawah dan saluran pembuang mengalirkan kelebihan air dari sawah-sawah ke saluran pembuang. Petak tersier menduduki fungsi sentral dalam jaringan irigasi teknis. Sebuah petak tersier terdiri dari sejumlah sawah dengan luas keseluruhan yang umumnya berkisar antara 50 - 100 ha kadang-kadang sampai 150 ha. Jaringan saluran tersier dan kuarter mengalirkan air ke sawah. Kelebihan air ditampung didalam suatu jaringan saluran pembuang tersier dan kuarter dan selanjutnya dialirkan ke jaringan pembuang sekunder dan kuarter. Jaringan irigasi teknis yang didasarkan pada prinsip-prinsip di atas adalah cara pembagian air yang paling efisien dengan mempertimbangkan waktu merosotnya persediaan air serta kebutuhan petani. Jaringan irigasi teknis memungkinkan dilakukannya pengukuran aliran, pembagian air irigasi dan pembuangan air lebih secara efisien. Kesalahan dalam pengelolaan air di petak-petak tersier juga tidak akan mempengaruhi pembagian air di jaringan utama.

c. Perhitungan Evaluasi Irigasi

1) Perhitungan Ketersediaan air permukaan

Perhitungan ketersediaan air permukaan pada daerah penelitian dengan menggunakan data curah hujan dalam kurun waktu 9 tahun yaitu dari tahun 2005 sampai tahun 2013 dan debit air rata-rata pada Bendung Tegal dari tahun 2005 sampai tahun 2013.

Data untuk perhitungan ketersediaan air permukaan diatas diperoleh dari Dinas Sumber Daya Air dan Energi Kabupaten Bantul dan Provinsi.

2) Perhitungan Curah Hujan Efektif

Pengertian umum curah hujan efektif merupakan curah hujan yang mengakibatkan limpasan. Tinggi curah hujan yang mengakibatkan limpasan adalah relatif, karena tergantung kondisi daerah yang bersangkutan seperti kelembaban tanah, simpanan permukaan, dan lain sebagainya. Menurut Sitanala Arsyad (1989: 142), curah hujan efektif di Bendung Tegal biasanya terjadi dengan siklus yang normal sehingga dalam perhitungan ini menggunakan persamaan:

$$Re = 70 \%$$

Dengan :

Re = Curah hujan efektif (mm/hari)

3) Perhitungan Evaporasi

Evaporai atau penguapan adalah proses berubahnya bentuk zat cair (air) menjadi gas (uap air) dan masuk ke atmosfer. Menurut Rachman Sutanto (2005: 78), Evaporasi adalah sejumlah air yang hilang karena proses penguapan dari permukaan tanah (sebelum proses Perkolasi).

Proses ini berlangsung dari permukaan tanah jadi perhitungan evaporasi kali ini menggunakan metode Khosla:

$$E_o = 4,8 T$$

Keterangan:

E_o : Evaporasi Permukaan Air Bebas (mm/hari)

T : Suhu rata-rata bulanan ($^{\circ}\text{C}$)

4) Perhitungan Efisiensi Irigasi

Efisiensi irigasi merupakan faktor penentu dari unjuk kerja suatu sistem jaringan irigasi. Efisiensi irigasi terdiri dari atas efisiensi pengaliran yang pada umumnya terjadi pada jaringan utama dan efisiensi di jaringan sekunder (dari bangunan pembagi sampai petak sawah). Dapat diasumsikan bahwa sebagian dari jumlah air yang diambil akan hilang baik disaluran maupun di petak sawah kehilangan tersebut disebabkan oleh kegiatan eksploitasi, evaporasi dan rembesan (Bambang Triatmojo 2008: 319).

Menurut Sitanala Arsyad (1989: 141), Efisiensi irigasi adalah presentase air irigasi yang masuk ke areal tanaman dan dapat digunakan oleh tanaman untuk memenuhi kebutuhan konsumtif. Efisiensi irigasi dapat diukur pada petak usaha tani, petak tersier, petak skunder, dan pada tingkat proyek bangunan saluran irigasi alam penentuan efisiensi irigasi penelitian ini berdasarkan pada hasil observasi yang telah dilakukan.

Pada bangunan dan saluran irigasi yang terdapat di Bendung Tegal dan kawasan saluran irigasinya, maka sebagian besar bangunan irigasi yang berupa bendung dan pintu air masih berfungsi dengan baik serta struktur saluran irigasi utama/induk dan sekunder sudah terbuat dari semen. Biasa dikatakan saluran yang terbuat dari semen bisa menghambat peresapan air ke tanah serta peresapan oleh vegetasi yang terdapat di sekitar dinding saluran juga. Efisiensi irigasi dari saluran induk ke saluran sekunder masih bagus maka digunakan asumsi dalam perhitungan efisiensi irigasi sebagai berikut:

$$\mathbf{Esal = 70\% = 0,7}$$

Keterangan:

Esal : Efisiensi irigasi/ Efisiensi saluran irigasi

5) Perhitungan Kebutuhan Air Untuk Irigasi

Perhitungan kebutuhan air irigasi dalam penelitian ini dibedakan menjadi tiga yaitu:

a) Kebutuhan Air Konsumtif ($CWR = \text{Crop Water Requirement}$)

Kebutuhan air konsumtif adalah jumlah air yang secara potensial digunakan untuk memenuhi evapotranspirasi suatu areal. Agar tumbuh tanaman atau vegetasi alami secara normal, bersama-sama dengan air yang menguap dari air itu sendiri atau permukaan tanah (Sitnala Arsyad, 1989: 141). Menurut Ig. L. Setyawan Purnama dkk, (2012: 24) kebutuhan air untuk tanaman

di lahan diartikan sebagai kebutuhan air konsumtif dengan memasukkan faktor koefisien tanaman (Kc).

Persamaan dihitung dengan menggunakan:

$$\mathbf{CWR = Eo \times Kc}$$

Keterangan:

Eo : Evaporasi Permukaan Air Bebas (mm/hari).

Kc : Koefisien Tanaman yang tergantung dari tipe tanaman dan tingkat pertumbuhannya.

Tabel 3. Nilai koefisien tanaman padi dan palawija per 15 harian.

Tanaman	Massa Pertumbuhan	Waktu (bln)	Kc
Padi	a. Garapan untuk bibit dan pemindahan bibit	1	1
	b. Persemaian	½	1
	c. Pertumbuhan vegetative	1½	1,1
	d. Pertumbuhan generative sampai berbunga	½	1,35
	e. Permbuahan sampai masak	½	0,8
Palawija	a. Garapan	½	
	b. Pertumbuhan bibit	½	0,5
	c. Pertumbuhan vegetative	1	0,65
	d. Pembuahan	½	0,8
	e. Masak	½	0,4

Sumber: (Abddurachim dalam Suci Kusmiyati, 2006: 20)

b) Kebutuhan Air Tiap Petak Sawah (FWR=*Farm Water Requirement*).

Ig. L. Setyawan Purnama, dkk (2012: 24) FWR adalah banyaknya kebutuhan air tanaman untuk satu petak sawah. Dihitung menggunakan metode Israelsen (1986: 182) dengan persamaan sebagai berikut:

$$\mathbf{FWR = CWR + Pj + Pg + Pe}$$

Keterangan :

FWR : Kebutuhan air tiap petak sawah (mm/hari)

CWR : Kebutuhan air konsumtif

Pg : Penggenangan rata-rata (mm/hari), yaitu 0,8 mm/hari

Pj : Penjenuhan (mm/hari), yaitu 1,2 mm/hari

Pe : Perkolasi

Tabel 4. Kebutuhan nilai perlokasi

Tanah	Perkolasi
Lempung bergeluh	1-2 mm/hari
Geluh	2-3 mm/hari
Geluh pasiran	3-7 mm/hari

Sumber: (Suci kusmiyati, 2006: 21)

c) Kebutuhan Air Irigasi Secara Keseluruhan ($PWR = \text{Potential Water Requirement}$)

Menurut Ig. L. Setyawan Purnama, dkk (2012: 25) dalam kebutuhan air irigasi secara keseluruhan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\mathbf{PWR = \frac{FWR - Re}{Esal}}$$

Dimana :

PWR : Kebutuhan air irigasi secara keseluruhan

FWR : Kebutuhan air satu petak sawah (mm/hari)

Re : Curah hujan efektif untuk tanaman

Esal : Efisiensi Saluran atau Efisiensi Irigasi (%)

B. Penelitian yang Relevan

Tabel 5. Penelitian yang Relevan

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
1.	Bagus Asfani Fathurochman	2013	Imbangan Air Bendung Tegal Sebagai Sumber Irigasi Di Desa Kebonagung dan Sekitarnya Kecamatan Imogiri Kabupaten Bantul Tahun 2013	Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif yaitu menggunakan perhitungan untuk mengetahui perbandingan antara ketersediaan air dengan kebutuhan air irigasi.	Potensi ketersediaan air bendungan untuk irigasi yang disediakan oleh Bendung Tegal rata-rata sebesar 42.73 m ³ /detik atau 42730 liter/detik. Imbangan air pada penelitian ini menunjukkan adanya air yang berlebih pada Bendung Tegal
2.	M.Woro Nugroho	2009	Studi Potensi Kelayakan Saluran Irigasi Kabupaten Klaten Sebagai PLTMH Dengan Analisa Dan Rancang Bangun Kincir Ismun	Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan menggunakan perhitungan koefisien kekasaran manning dan Pengukuran potensial air berdasarkan hukum Newton dan persamaan Bernouli dan Efisiensi mikrohidro menurut Harvey.	Saluran irigasi di Kabupaten Klaten memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Saluran irigasi di kabupaten layak untuk dikembangkan sebagai pembangkit listrik tenaga mikrohidro.
3.	Suci Kusmiati	2006	Evaluasi kebutuhan air waduk sempor untuk irigasi Di Kecamatan Sempor Kabupaten Kebumen	Perhitungan evaporasi menggunakan perhitunggan metode Penman dan efisiensi irigasi menggunakan metode inflow-outflow	Daerah penelitian Kelebihan air disemua bendung dengan probabilitas 50% dan 80 % kecuali bendung watu wurat yang memiliki kekurangan air dari bulan april hingga September
4.	Menik Windarti	2014	Potensi Debit Air Bendung Tegal Untuk Sarana Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) dan Irigasi Di Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo Kecamatan Imogiri Kabupaten Bantul Yogyakarta	Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan menggunakan perhitungan Pengukuran potensial air berdasarkan hukum Newton dan persamaan Bernouli dan Efisiensi mikrohidro menurut Harvey. Evaluasi irigasi dihitung dari besarnya kebutuhan air irigasi dengan ketersediaan airnya.	Pemanfaatan air Bendung Tegal untuk sarana PLTMH dengan menghitung debit aliran yang akan menentukan potensi tidaknya air Bendung Tegal tersebut sebagai sarana PLTMH. Evaluasi irigasi menentukan imbang tidaknya antara kebutuhan irigasi dengan ketersediaan debit air Bendung Tegal.

C. Kerangka Berpikir

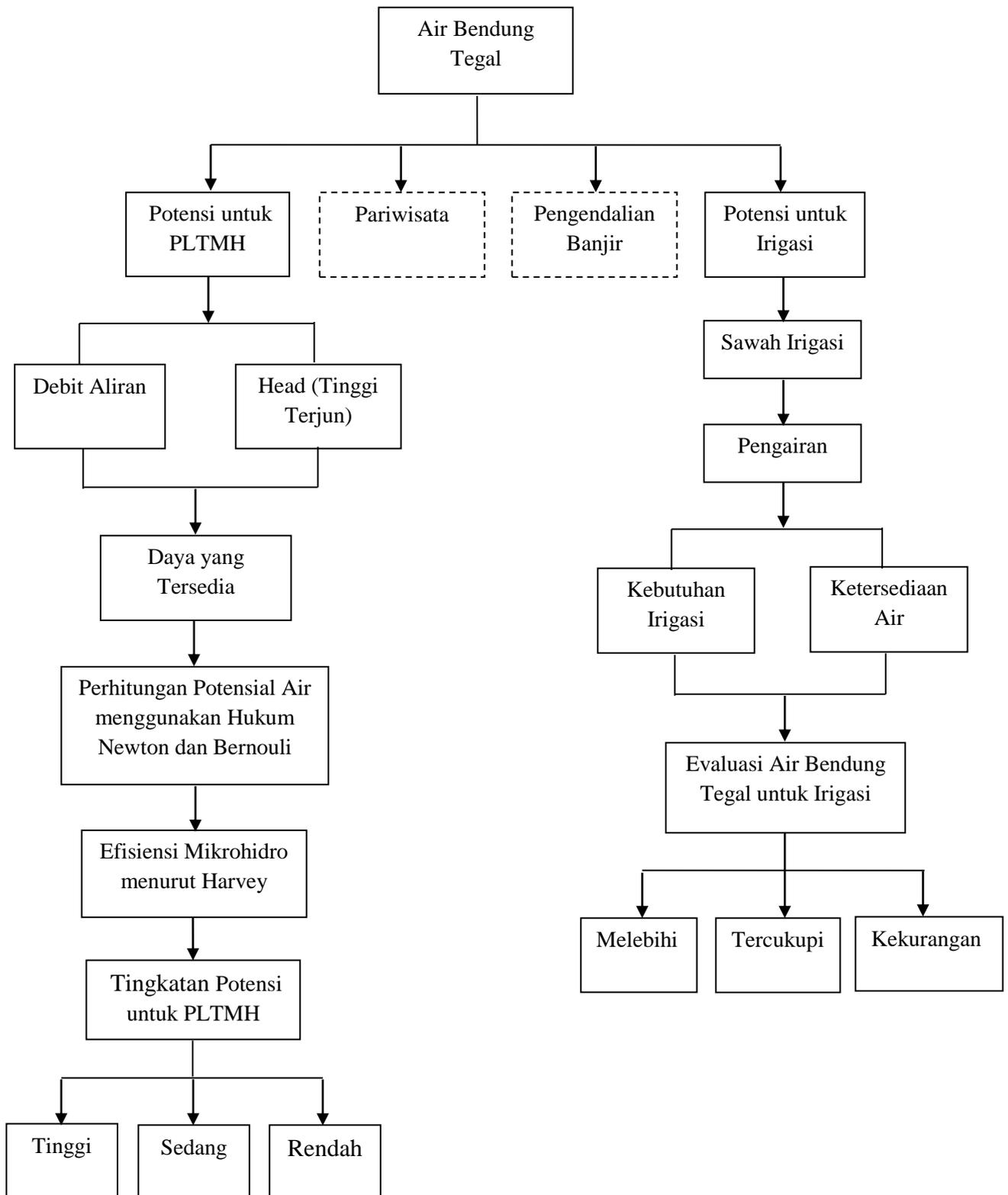
Pemanfaatan air Bendung Tegal tidak hanya untuk meninggikan muka air sungai dan mengalirkan sebagian aliran air sungai yang ada ke arah tepi kanan dan tepi kiri sungai untuk mengalirkannya ke dalam saluran melalui sebuah bangunan pengambilan jaringan irigasi. Air Bendung Tegal juga dapat dimanfaatkan sebagai penciptaan energi alternatif yaitu dimanfaatkan untuk sarana PLTMH.

Tenaga mikrohidro merupakan tenaga yang ramah lingkungan, karena energi tersebut tidak menggunakan bahan bakar fosil tetapi hanya memakai potensi debit air yang tinggi untuk menggerakkan suatu turbin sebagai alat penggeraknya. Debit air yang diperlukan tersedia sepanjang tahun dan dapat dipenuhi oleh debit air bendung. Pengaruhnya terhadap kapasitas air sungai juga sangat mempengaruhi besar kecilnya debit air bendung. Perbedaan besar atau kecilnya debit air bendung maka kualitas listrik yang dihasilkan juga berbeda.

Potensi air yang dihitung berupa debit aliran air Bendung Tegal yang meliputi debit terendah, debit tertinggi, dan rerata debit harian. Menentukan tinggi terjun, massa jenis air, serta gravitasi bumi. Perhitungan energi yang dihasilkan air Bendung Tegal dilakukan dengan menggunakan hukum Newton dan persamaan Bernouli. Efisiensi mikrohidro diperkirakan melalui persamaan Harvey yang kemudian dapat diketahui potensi dari air Bendung Tegal untuk sarana PLTMH.

Jumlah air yang dibutuhkan untuk tanaman dan besarnya air irigasi untuk suatu daerah pengairan dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu umur tanaman, evaporasi, perkolasi, kehilangan air di saluran-saluran pembawa, dan sebagainya. Perhitungan jumlah kebutuhan air irigasi dilakukan dengan cara pengukuran langsung di lapangan dan perhitungan menggunakan data iklim dari dinas terkait.

Evaluasi air Bendung Tegal untuk irigasi akan di peroleh dari perhitungan antara ketersediaan air permukaan yang tersedia dengan jumlah kebutuhan air yang ada. Ketersediaan air permukaan yang di maksudkan adalah jumlah debit air di Bendung Tegal dari data curah hujan yang diperoleh dari dinas terkait yang kemudian akan dibandingkan dengan kebutuhan air irigasi yaitu Kebutuhan Air Konsumtif ($CWR=Crop\ Water\ Requirement$), Kebutuhan Air Tiap Petak Sawah ($FWR=Farm\ Water\ Requirement$), dan Kebutuhan Air Irigasi Secara Keseluruhan ($PWR=Potential\ Water\ Requirement$). Dari perhitungan potensi untuk PLTMH dan irigasi akan di hasilkan tingkatan potensinya, berikut dapat disajikan kerangka pemikiran penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Kerangka Berfikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Desain penelitian adalah semua proses yang diperlukan dalam perencanaan dan pelaksanaan penelitian. Dalam pengertian yang lebih sempit, desain penelitian hanya mengenai pengumpulan dan analisis data saja (Moh. Nazir, 2011: 84). Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif merupakan studi untuk menemukan fakta dengan interpretasi yang tepat. Dalam desain ini, termasuk desain untuk studi formulatif dan eksploratif yang berkehendak hanya untuk mengenal fenomena-fenomena untuk keperluan studi selanjutnya (Moh. Nazir, 2011: 89).

Metode yang digunakan yaitu deskriptif evaluatif yang bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas dan atau efisiensi suatu kebijakan baik kebijakan spasial, sosial, ekonomi, kultural dan atau kebijakan lainnya. Suatu kebijakan yang betul bijak selalu mambawa dampak yang lebih baik dalam arti luas. Dikaitkan dengan konsep pembangunan berkelanjutan, kebijakan tersebut selalu berimbang pada meningkatnya kesejahteraan penduduk pada saat ini dan penduduk pada masa yang akan datang, di wilayah yang bersangkutan serta wilayah lainnya (Hadi Sabari Yunus, 2010: 197). Metode deskriptif evaluatif dalam penelitian ini yaitu mengevaluasi potensi debit air Bendung Tegal untuk PLTMH dengan hasil tingkatan tinggi, rendah dan sedang kemudian untuk

irigasi dengan hasil evaluasinya yaitu mencukupi, kelebihan atau kekurangan antara ketersediaan air dengan kebutuhan air untuk irigasi.

B. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

1. Variabel Penelitian

Variabel penelitian pada dasarnya adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2013: 60). Variabel adalah hal-hal yang menjadi objek penelitian, yang ditatap dalam suatu kegiatan penelitian (*points to be noticed*), yang menunjukkan variasi, baik secara kuantitatif maupun kualitatif (Suharsimi Arikunto, 2006: 10).

Variabel pada penelitian ini di dalam hidrologi mencakup:

- a. Debit air untuk PLTMH
- b. Debit air untuk irigasi
- c. Potensi debit air Bendung Tegal

2. Definisi Operasional Variabel

Adapun definisi operasional pada penelitian ini adalah:

- a. Debit air untuk PLTMH

1) Debit Air

Merupakan jumlah air yang mengalir melalui suatu penampang sungai atau saluran air tertentu per satuan waktu ($m^3/detik$). Debit air yang digunakan dalam penelitian ini adalah debit air yang berada di Bendung Tegal. Data debit air dalam penelitian ini digunakan untuk

menghitung ketersediaan air permukaan dalam mendukung pembangkit tenaga listrik mikrohidro pada daerah penelitian.

2) Tinggi terjun

Tinggi terjun yang sering disebut dengan istilah *head*, tinggi terjun yang digunakan pada daerah penelitian ini adalah kapasitas yang mengacu pada jumlah volume air dengan beda ketinggian daerah aliran ke instalasi (m). Data diperoleh dari Dinas PSDA Kabupaten Bantul, digunakan untuk mengetahui potensi daya listrik yang dihasilkan untuk mendukung pembangkit listrik tenaga mikrohidro.

b. Debit air untuk irigasi

1) Curah hujan

Curah hujan dalam penelitian ini adalah curah hujan bulanan pada tahun 2005-2013 dengan satuan mm/detik di daerah penelitian yakni di Kecamatan Imogiri. Data diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Energi Sumber daya Mineral (DPU PESDM) dan Balai Pengelolaan Sumber Daya Air (BPSDA) DIY.

2) Jenis tanah dalam penelitian ini adalah jenis tanah latosol di daerah penelitian gunanya untuk perhitungan perkolasi atau resapan air ke dalam tanah sehingga yang biasanya dapat berpengaruh terhadap aliran irigasi.

3) Data daerah irigasi pada penelitian ini adalah daerah irigasi yang di aliri oleh air Bendung Tegal yaitu Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo dengan luas lahan 134,4 ha.

- 4) Ketersediaan air adalah jumlah air (debit= m^3 /detik) yang diperkirakan terus menerus ada di suatu lokasi (bendungan atau yang lainnya) di sungai dengan jumlah tertentu dan dalam jangka waktu tertentu (Bambang Triatmojo, 2008: 303). Ketersediaan air dalam penelitian ini ditujukan pada ketersediaan air di bendung tegal yang diperoleh dari DPU PESDM dan BPSDA DIY.
 - 5) Kebutuhan air irigasi (mm/hari) dalam penelitian ini adalah kebutuhan air konsumtif bisa menggunakan perhitungan ($CWR = Crop\ Water\ Requirement$), dari perhitungan petak sawah ($FWR = Farm\ Water\ Requirement$) dan perhitungan kebutuhan air irigasi secara keseluruhan ($PWR = Potential\ Water\ Requirement$).
- c. Potensi debit air Bendung Tegal

Potensi debit air bendung yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kapasitas air yang terdapat dalam Bendung Tegal yang akan dihitung debit alirannya. Data debit air diperoleh dari DPU PESDM dan BPSDA DIY.

C. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Bendung Tegal Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo Kecamatan Imogiri Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta dan telah dilaksanakan pada bulan Maret s/d Agustus 2014.

Tabel 6. Pelaksanaan Penelitian

	Bulan					
	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus
Proposal	■					
Seminar	■					
Perijinan		■				
Pengumpulan Data			■	■		
Pengolahan Data					■	■

D. Populasi

Populasi adalah kumpulan dari satuan-satuan elementer yang mempunyai karakteristik dasar yang sama atau dianggap sama. Karakteristik dasar mana dicerminkan dalam bentuk ukuran-ukuran tertentu (Hadi Sabari Yunus, 2010: 260). Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri dari atas: objek atau subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2013: 117). Populasi dalam penelitian ini adalah debit air Bendung Tegal dan Debit Air Bendung Tegal dijadikan subjek penelitian.

E. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu data primer dan sekunder yang berhubungan dengan objek penelitian. Data primer diperoleh secara langsung dari pengamatan, pengukuran sifat fisik yang terdapat pada air bendung yang dilakukan di lapangan. Data sekunder diperoleh dari data yang telah ada pada instansi-instansi yang terkait, pustaka, penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya maupun peta yang ada hubungannya dengan obyek penelitian ini.

1. Data Primer

Data primer yaitu data yang diperoleh langsung dari responden atau subjek yang akan diteliti, guna memperoleh data-data yang dibutuhkan untuk mengetahui situasi dan kondisi di objek yang akan diteliti. Data primer dalam penelitian ini diperoleh dengan menggunakan observasi.

Observasi dapat diinterpretasi sebagai suatu pengamatan mendalam, meneliti mengenai fenomena yang ada di sekitar dan kemudian didokumentasikan dalam rangka untuk mengungkapkan keterkaitan antar fenomena. Suatu observasi harus diikuti oleh pendokumentasian mengenai apa yang diteliti secara mendalam, akurat dan cermat (Hadi Sabari Yunus, 2010: 376).

Pada penelitian ini, peneliti telah melakukan observasi langsung ke lokasi penelitian yaitu di Bendung Tegal Desa Kebonagung Kecamatan Imogiri serta aliran irigasinya. Observasi ini bertujuan untuk mendapatkan dokumentasi berupa gambar hasil pemotretan lokasi penelitian yaitu Bendung Tegal dan saluran irigasinya.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung dari subjek atau objek yang akan diteliti serta data sekunder dapat diperoleh juga dari sumber bukan pelaku utama seperti media cetak, instansi-instansi terkait penelitian dan lain sebagainya (Hadi Sabari Yunus, 2010: 356).

Data sekunder yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- a. Peta Kabupaten Bantul skala 1:25.000, sumber: Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar Bantul Tahun 1999.
- b. Peta Geologi Lembar Bantul Skala 1:100.000
- c. Peta Jenis Tanah Lembar Yogyakarta Skala 1:100.000
- d. Peta Penggunaan Lahan Lembar Yogyakarta Skala 1:100.000
- e. Peta Distribusi Sawah Kekurangan Air, sumber: Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar Bantul dan Imogiri Skala 1:25.000 Tahun 1999
- f. Data debit air bulanan Bendung Tegal, sumber dari DPU PESDM dan BPSDA DIY.
- g. Data curah hujan bulanan, suhu bulanan daerah penelitian pada tahun 2005-2013, sumber dari DPU PESDM dan BPSDA DIY.

F. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data adalah proses penyederhanaan dalam bentuk yang lebih mudah dibaca dan interpretasi (Masri Singarimbun, 1989: 263). Analisis data dalam penelitian ini menggunakan deskriptif kuantitatif dikarenakan pada dasarnya intepretasi data pada penelitian ini bukan hanya mendeskripsikan segala sesuatu yang ada di daerah penelitian dan hubungan antar fenomena yang terjadi di daerah penelitian akan tetapi juga menggunakan data kuantitatif dimana menggunakan teknik-teknik statistik dan matematik dalam pengolahan datanya (Hadi Sabari Yunus, 2010: 313).

Deskriptif kuantitatif dalam penelitian ini yaitu perolehan hasil potensi dan evaluasi air Debit Bendung Tegal untuk PLTMH dan irigasi menggunakan perhitungan, adapun metode perhitungan yang dipakai yaitu sebagai berikut:

1. Perhitungan Potensi untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)

a. Pengukuran potensial air berdasarkan hukum Newton dan persamaan Bernouli

Untuk memanfaatkan energi potensial atau *head* (h), potensi daya dihitung dengan:

$$E = m g h$$

Dengan E energi potensial air yang berada pada ketinggian h, m adalah massa air dan g adalah gravitasi bumi.

Daya (W) dalam kW adalah energi per satuan waktu (t), jadi secara matematis :

$$\frac{E}{t} = \frac{m g h}{t} = W$$

Bila Q adalah debit air dan ρ adalah masaa jenisnya, maka $\frac{m}{t} = \rho Q$, sehingga potensi daya air (W) yang mempunyai ketinggian h m, jatuh mengalir dengan debit Q m³/ s adalah :

$$W = Q \rho g h \text{ (kW)}$$

dengan ρ adalah massa jenis air dalam kg/m³, dan g adalah gravitasi bumi dalam m/detik².

b. Efisiensi Mikrohidro menurut Harvey

Besarnya energi yang hilang dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu: Kerugian / *losses* pipa pesat / *penstock*. Harga efisiensi mikrohidro dapat dilihat pada tabel 2, sehingga persamaannya menjadi:

$$P_{netto} = g \times Q \times H \times E_t \text{ (kW)}$$

Dengan P_{netto} adalah daya listrik yang dapat dimanfaatkan E_t = Efisiensi total sistem.

2. Perhitungan Evaluasi Irigasi

a. Perhitungan Ketersediaan air permukaan

Perhitungan ketersediaan air permukaan pada daerah penelitian dengan menggunakan data curah hujan dalam kurun waktu 9 tahun yaitu dari tahun 2005 sampai tahun 2013 dan debit air pada Bendung Tegal dari tahun 2005 sampai tahun 2013. Data untuk perhitungan ketersediaan air permukaan diatas diperoleh dari Sumber dari DPU PESDM dan BPSDA DIY.

b. Perhitungan Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif di Bendung Tegal biasanya terjadi dengan siklus yang normal sehingga dalam perhitungan ini menggunakan persamaan:

$$Re = 70 \%$$

Dengan :

$$Re = \text{Curah hujan efektif (mm/hari)}$$

c. Perhitungan Evaporasi

Perhitungan evaporasi dengan menggunakan metode Khosla:

$$E_o = 4,8 T$$

Keterangan:

E_o : Evaporasi Permukaan Air Bebas (mm/hari)

T : Suhu rata-rata bulanan ($^{\circ}\text{C}$)

d. Perhitungan Efisiensi Irigasi

Pada bangunan dan saluran irigasi yang terdapat di Bendung Tegal dan kawasan saluran irigasinya, maka sebagian besar bangunan irigasi yang berupa bendung dan pintu air masih berfungsi dengan baik serta struktur saluran irigasi utama/induk dan sekunder sudah terbuat dari semen. Dapat dikatakan saluran yang terbuat dari semen bisa menghambat peresapan air ke tanah serta peresapan oleh vegetasi yang terdapat di sekitar dinding saluran juga.

Efisiensi irigasi dari saluran induk ke saluran sekunder masih bagus maka digunakan asumsi dalam perhitungan efisiensi irigasi sebagai berikut:

$$E_{sal} = 70\% = 0,7$$

Keterangan:

E_{sal} : Efisiensi irigasi/ Efisiensi saluran irigasi

e. Perhitungan Kebutuhan Air Untuk Irigasi

Perhitungan kebutuhan air irigasi dalam penelitian ini dibedakan menjadi tiga yaitu:

1) Kebutuhan Air Konsumtif ($CWR=Crop\ Water\ Requirement$)

Persamaan dihitung dengan menggunakan:

$$CWR = E_o \times K_c$$

Keterangan:

E_o : Evaporasi Permukaan Air Bebas (mm/hari) atau evaporasi dengan albedo 0,25 untuk penutup lahan berupa tanaman.

K_c : Koefisien Tanaman yang tergantung dari tipe tanaman dan tingkat pertumbuhannya.

Nilai koefisien tanaman padi dan palawija per 15 harian dapat dilihat pada Tabel 3 halaman 38.

2) Kebutuhan Air Tiap Petak Sawah ($FWR=Farm\ Water\ Requirement$).

Ig. L. Setyawan Purnama, dkk (2012: 24) FWR adalah banyaknya kebutuhan air tanaman untuk satu petak sawah. Dihitung menggunakan metode Israelsen (1986: 182) dengan persamaan sebagai berikut:

$$FWR = CWR + P_j + P_g + P_e$$

Keterangan :

FWR : Kebutuhan air tiap petak sawah (mm/hari)

CWR : Kebutuhan air konsumtif

P_g : Penggenangan rata-rata (mm/hari), yaitu 0,8 mm/hari

P_j : Penjenuhan (mm/hari), yaitu 1,2 mm/hari

P_e : Perkolasi

Kebutuhan nilai perlokasi dapat di lihat pada tabel 4.

3) Kebutuhan Air Irigasi Secara Keseluruhan (*PWR =Potential Water Requirement*)

Menurut Ig. L. Setyawan Purnama, dkk (2012: 25) dalam kebutuhan Air irigasi secara keseluruhan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\mathbf{PWR = \frac{FWR - Re}{Esal}}$$

Dimana :

PWR : Kebutuhan air irigasi secara keseluruhan

FWR : Kebutuhan air satu petak sawah (mm/hari)

Re : Curah hujan efektif untuk tanaman

Esal : Efisiensi Saluran atau Efisiensi Irigasi (%)

BAB IV

PEMBAHASAN

A. Deskripsi Fisiografi Wilayah Penelitian

1. Letak, Luas dan Batas Wilayah Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Bendung Tegal dan jaringan irigasinya. Jaringan irigasi Bendung Tegal tersebut melalui dua desa, yaitu Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Letak astronomis wilayah penelitian untuk Desa Kebonagung terletak diantara $110^{\circ}21'25''$ - $110^{\circ}22'40''$ BT dan $7^{\circ}55'15''$ - $7^{\circ}56'30''$ LS, sedangkan letak Astronomi Desa Sriharjo di antara $110^{\circ}21'55''$ - $110^{\circ}25'49''$ BT dan $7^{\circ}56'0''$ - $7^{\circ}57'19''$ LS dengan ketinggian rata-rata sekitar 20 sampai dengan 31 meter di atas permukaan air laut. Letak Astronomi dalam menggunakan koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*) kedua wilayah penelitian terletak pada koordinat 429501 - 437899 mt. dan 9120206 -9124539 mu.

Secara administratif, Desa Kebonagung terbagi menjadi 5 padukuhan yaitu: Padukuhan Mandingan, Padukuhan Kanten, Padukuhan Jayan, Padukuhan Kalangan, Padukuhan Tlogo dengan luas wilayah 183,1105 ha.

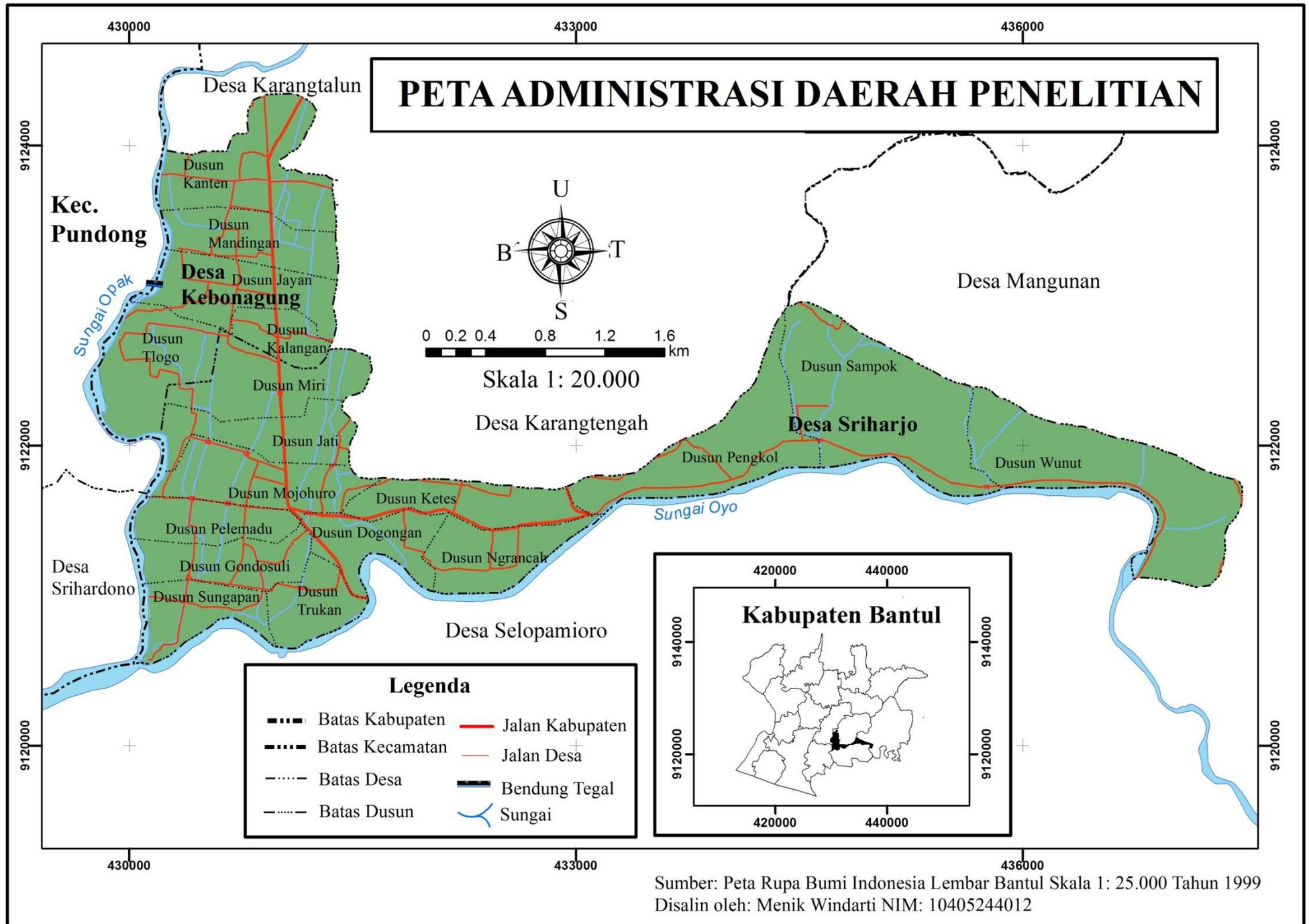
Batas Desa Kebonagung dengan desa-desa di sekitarnya adalah sebagai berikut:

- Utara : Desa Karang Talun
- Timur : Desa Karang Tengah dan Desa Girirejo
- Selatan : Desa Sriharjo
- Barat : Sungai Opak/Desa Canden

Luas wilayah Desa Sriharjo adalah 501,36 ha dengan bentuk memanjang dengan jarak terjauh dari timur ke barat adalah 7,5 km. Batas administratif Desa Sriharjo sebagai berikut:

- Utara : Desa Kebonagung, Desa Karangtengah
- Timur : Desa Mangunan dan Kecamatan Dlingo
- Selatan : Desa Selopamioro
- Barat : Sungai Opak dan Desa Srihardono

Secara administratif Desa Sriharjo terdiri dari 13 dusun yaitu Dusun Miri, Dusun Mojohuro, Dusun Jati, Dusun Pelemadu, Dusun Sungapan, Dusun Gondosuli, Dusun Trukan, Dusun Dogongan, Dusun Ketos, Dusun Ngrancah, Dusun Pengkol, Dusun Sompok, dan Dusun Wunut. Dusun yang memiliki luas wilayah paling besar adalah Dusun Wunut yaitu 103,1 ha atau 20,5% sedangkan dusun terkecil adalah Dusun Dogongan yaitu 11,40 ha atau hanya 2,7% dari luas Desa Sriharjo.



Gambar 2. Peta Administratif Daerah Penelitian

2. Kondisi Fisik Wilayah Penelitian

a. Iklim

Iklim adalah rata-rata keadaan cuaca dalam jangka waktu yang cukup lama, minimal 30 tahun yang sifatnya tetap (Ance Gunarsih 2004: 1). Tipe Iklim wilayah penelitian menggunakan metode klasifikasi tipe curah hujan menurut Oldeman. Klasifikasi curah hujan menurut Oldeman digunakan terutama untuk keperluan pertanian di Indonesia. Asumsi dasar yang digunakan adalah adanya bulan basah yang berturut-turut dan bulan kering yang berturut-turut juga. Kedua bulan tersebut sangat erat hubungannya dengan kebutuhan tanaman padi di sawah serta palawija terhadap air.

Penentuan bulan basah dan bulan kering menurut Oldeman menggunakan ketentuan sebagai berikut: Bulan Basah adalah bulan dengan curah hujan lebih dari 200 mm. Bulan lembab adalah bulan dengan curah hujan 100-200 mm. Serta bulan kering adalah bulan dengan curah hujan yang kurang dari 100 mm (Ance Gunarsih Kartasapoetra, 2008: 22).

Metode Oldeman memakai unsur curah hujan sebagai dasar klasifikasi iklim. Jumlah curah hujan sebesar 200 mm tiap bulan di pandang cukup untuk membudidayakan padi di sawah, sedangkan untuk sebagian besar palawija maka curah hujan minimal yang di perlukan sebesar 100 mm tiap bulan. Musim hujan selama 5 bulan dianggap cukup untuk membudidayakan padi di sawah selama satu

musim. Dalam metode ini, bulan basah didefinisikan sebagai bulan yang mempunyai jumlah curah hujan sekurang-kurangnya 200 mm. Meskipun lamanya periode pertumbuhan padi terutama ditentukan oleh jenis yang digunakan, periode 5 bulan basah berurutan dalam satu tahun dipandang optimal untuk satu kali tanam. Jika lebih dari 9 bulan basah maka petani dapat menanam padi sebanyak 2 kali masa tanam. Jika kurang dari 3 bulan basah berurutan, maka tidak dapat membudidayakan padi tanpa irigasi tambahan (Bayong Tjasyono, 2004: 156).

Dalam Bayong Tjasyono (2004: 156), Oldeman membagi tipe iklim menjadi 5 kategori yaitu A, B, C, D dan E.

- Tipe A : Bulan-bulan basah secara berturut-turut lebih dari 9 bulan.
- Tipe B : Bulan-bulan basah secara berturut-turut antara 7 sampai 9 bulan
- Tipe C : Bulan-bulan basah secara berturut-turut antara 5 sampai 6 bulan.
- Tipe D : Bulan-bulan basah secara berturut-turut antara 3 sampai 4 bulan.
- Tipe E : Bulan-bulan basah secara berturut-turut kurang dari 3 bulan.

Bulan kering didefinisikan sebagai bulan yang mempunyai jumlah curah hujan kurang dari 100 mm, karena untuk pertumbuhan tanaman palawija diperlukan curah hujan sekurang-kurangnya 100 mm tiap bulan. Jika terdapat kurang dari 2 bulan kering, petani mengatasinya dengan mudah karena tanah cukup lembab. Jika periode bulan kering antara 2 dan 4, maka petani harus berhati-hati dalam

pembudidayaan tanaman. Periode 5 sampai 6 bulan kering berurutan dipandang sangat lama jika irigasi tambahan tidak tersedia.

Wilayah Indonesia dapat dibedakan menjadi 5 zona tipe curah hujan menurut Oldeman seperti pada Tabel 7 di bawah ini:

Tabel 7. Penggolongan tipe Iklim curah hujan menurut Oldeman

Zone	Klasifikasi	Bulan Basah	Bulan Kering
A	A1	9 Bulan	< 2 Bulan
B	B1	7-9 Bulan	< 2 Bulan
	B2	7-9 Bulan	2-4 Bulan
C	C1	5-6 Bulan	< 2 Bulan
	C2	5-6 Bulan	2-4 Bulan
	C3	5-6 Bulan	5-6 Bulan
D	D1	3-4 Bulan	< 2 Bulan
	D2	3-4 Bulan	2-4 Bulan
	D3	3-4 Bulan	5-6 Bulan
	D4	3-4 Bulan	> 6 Bulan
E	E1	3 Bulan	< 2 Bulan
	E2	3 Bulan	2-4 Bulan
	E3	3 Bulan	5-6 Bulan
	E4	3 Bulan	< 6 Bulan

Sumber: (Bayong Tjasyono 2004: 157)

Penelitian ini menggunakan data curah hujan yang didapat dari Stasiun Meteorologi terdekat dengan wilayah penelitian, yaitu Stasiun Dogongan, dari stasiun tersebut data yang diambil adalah data curah hujan dari tahun 2005 hingga tahun 2013 menyesuaikan data debit tahunan Bendung Tegal. Data curah hujan stasiun Dogongan tahun 2005-2013 dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Data Curah Hujan Per Bulan Stasiun Dogongan Tahun 2005-2013

No.	Bulan	Curah Hujan (mm)									Jumlah (mm)	Rata-Rata
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		
1	Januari	188	448	88	308	283	215	262	363	227	1746	264,67
2	Februari	225	379	200	274	335	179	255	162	140	1545	238,78
3	Maret	164	782	428	330	64	188	293	197	150	1650	288,44
4	April	99	265	103	113	91	209	247	37	75	875	137,67
5	Mei	0	97	74	35	81	264	106	50	0	610	78,56
6	Juni	129	0	45	0	53	35	0	0	30	163	32,44
7	Juli	140	0	5	0	0	45	0	0	30	80	24,44
8	Agustus	0	0	0	0	0	45	0	0	5	50	5,56
9	September	2	0	0	0	0	231	0	0	0	231	25,89
10	Oktober	136	0	0	172	55	109	10	30	20	396	59,11
11	November	208	45	236	306	69	168	60	90	248	1177	158,89
12	Desember	354	210	682	265	0	273	270	299	388	2177	304,56
Jumlah		1645	2226	1861	1803	1031	1961	1503	1228	1313	10700	
Rata-rata		137,08	185,50	155,08	150,25	85,92	163,42	125,25	102,33	109,42	891,67	

Keterangan: tanda (-) tidak ada data.

Sumber: DPUPESDM dan Balai Pengelolaan Sumber Daya Air, 2014

Hasil perhitungan rata-rata curah hujan dari Stasiun Dogongan menunjukkan empat bulan basah, dua bulan lembab, dan enam bulan kering sehingga pada stasiun Dogongan termasuk zone iklim D dan termasuk klasifikasi D3. Hal tersebut juga menunjukkan bahwa wilayah yang termasuk zone iklim D hanya dapat ditanami padi dengan satu kali masa tanam perhitungan curah hujan tahunan dapat dilihat pada tabel 8. Wilayah yang termasuk zona iklim D memerlukan irigasi yang baik untuk menunjang pembudidayaan tanaman padi agar masa tanam padi dapat dilakukan lebih dari satu kali.

b. Topografi

Topografi Desa Kebonagung termasuk wilayah dataran dengan elevasi rata-rata 20 sampai 31 meter dari permukaan air laut dan untuk wilayah Desa Sriharjo dibagian timur mempunyai kontur yang rapat sehingga di sana terdapat perbukitan serta tebing-tebing curam dengan ketinggiannya lebih tinggi 30 meter di atas permukaan air laut.

c. Kondisi Hidrologis

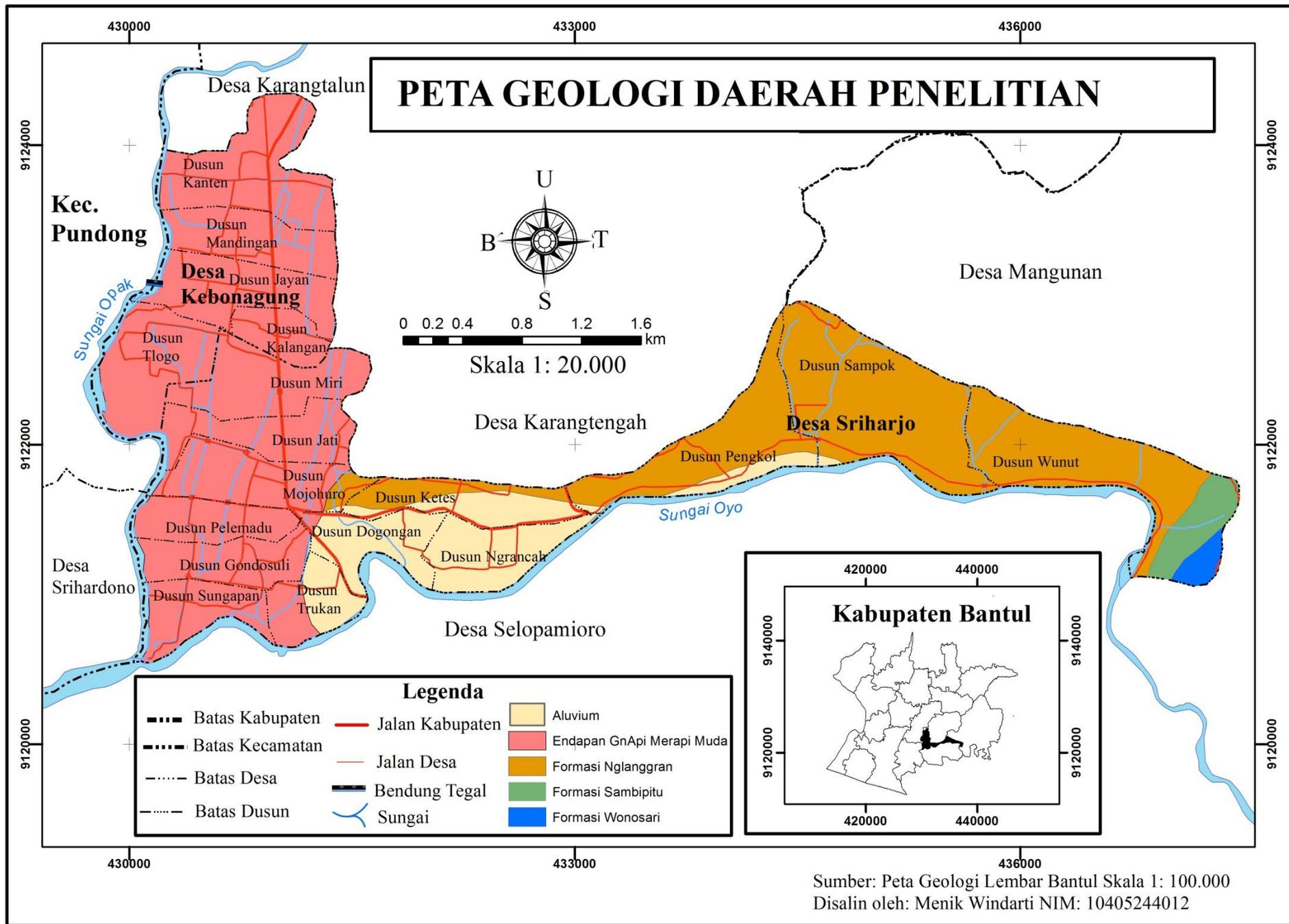
Wilayah Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo dilalui sungai besar yakni Sungai Opak yang juga dimanfaatkan oleh masyarakat kedua desa tersebut untuk pengairan. Desa Sriharjo dilalui satu sungai besar lagi yaitu Sungai Oyo di daerah Sriharjo bagian timur. Sungai ini belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat Desa Sriharjo bagian timur, akan tetapi sungai ini dapat membantu untuk memenuhi pasokan air pertanian mereka walaupun biasanya dengan menggunakan pompa air untuk pendistribusian airnya.

Masyarakat Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo dalam memenuhi kebutuhan air bersih yang dibutuhkan sehari-hari menggunakan air tanah. Pemanfaatan air tanah ini dengan cara dibor atau digali untuk pengambilannya. Di wilayah Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo bagian barat ketersediaan air tanah cukup banyak sehingga tidak kesulitan untuk memanfaatkannya. Pada musim kemarau yang cukup panjang pun keadaan air tanah tetap stabil sehingga masyarakat tidak kesulitan air di musim tersebut.

Berbeda dengan masyarakat di wilayah timur Desa Sriharjo, keberadaan air bersih dapat dikatakan cukup sulit. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat di sana menggunakan PDAM, tandon air, dan sebagian besar memanfaatkan mata air terutama di Dusun Pengkol, Sompok, dan Wunut. Pada musim kemarau sumber air di sana habis sehingga masyarakat menjadi sangat sulit untuk memperoleh air.

d. Kondisi Geologis

Secara Geologis, wilayah Desa Sriharjo bagian Barat dan Desa Kebonagung merupakan formasi batuan endapan gunung merapi muda. Hal tersebut menimbulkan keuntungan yang besar bagi wilayah Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo sehingga sama-sama mempunyai tanah yang subur dan baik untuk pengembangan wilayah pertanian dan perkebunan. Wilayah Desa Sriharjo Bagian Timur masuk dalam formasi Nglanggeran, di wilayah tersebut mempunyai kerapatan kontur yang sangat rapat sehingga wilayah Desa Sriharjo bagian timur terdapat bukit-bukit yang terjal dan bagian bawahnya terdapat Sungai Oyo yang merupakan drainase asli dari Basin Wonosari. Pada bantaran Sungai Oyo Desa Sriharjo bagian timur terdapat lapisan endapan permukaan berupa alluvium yaitu seperti krakal, pasir, lanau dan lempung. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3 peta geologi daerah penelitian.



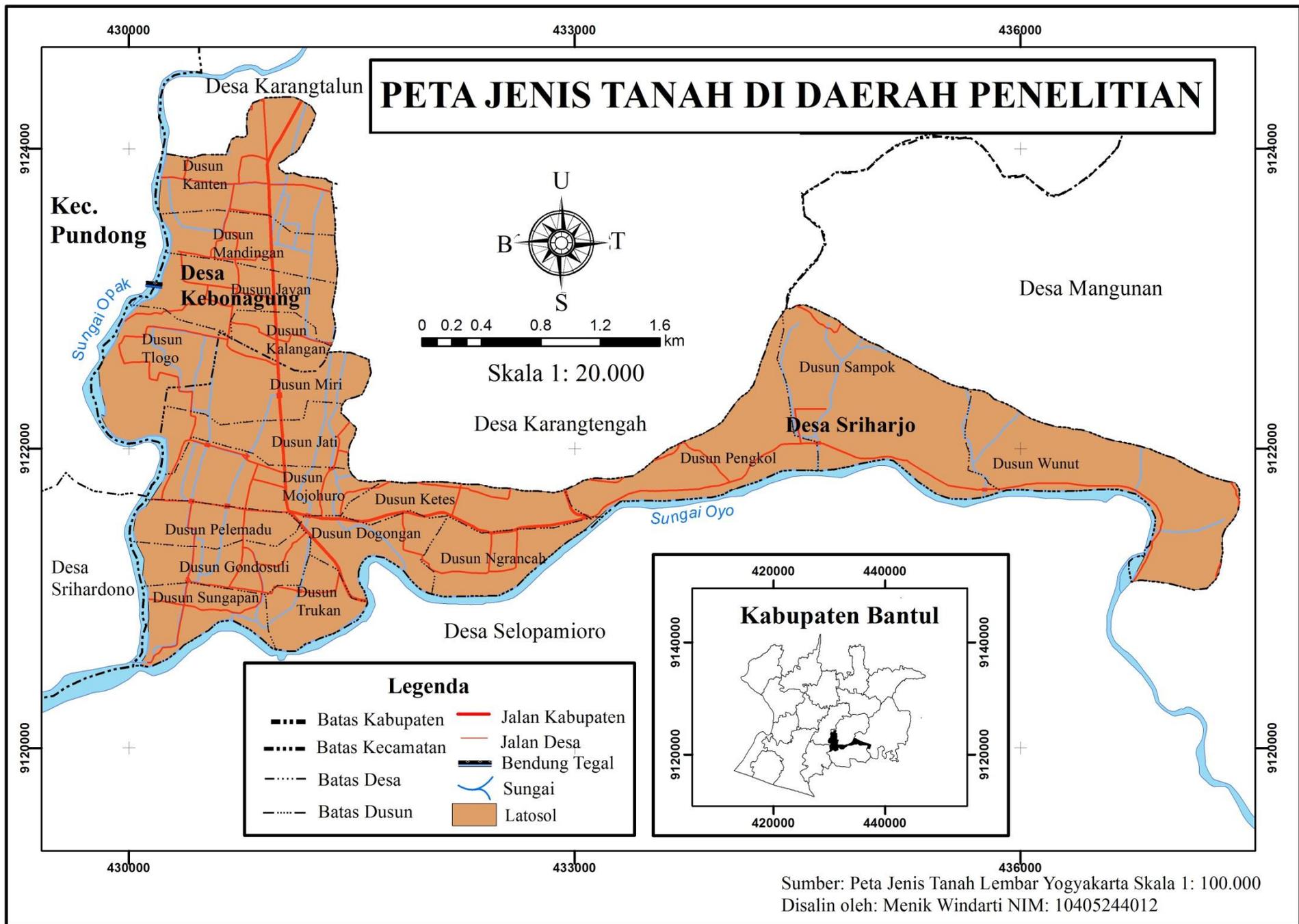
Gambar 3. PetaGeologi Daerah Penelitian

e. **Jenis Tanah**

Tanah terdiri dari partikel mineral dan organik dengan berbagai ukuran. Partikel-partikel tersebut tersusun dalam bentuk matriks yang pori-porinya kurang dari 50%, sebagian terisi oleh air dan sebagian lagi terisi oleh udara. Dalam kaitannya dengan konservasi tanah dan air, sifat fisik tanah yang berpengaruh meliputi: tekstur, striktur, infiltrasi, dan kandungan bahan organik (Suripin, 2004: 43).

Menurut Rachman Sutanto, (2005: 142) sistem klasifikasi tanah dapat dibedakan atas klasifikasi alami dan klasifikasi teknis. Klasifikasi alami yakni tanah yang didasarkan atas sifat tanah yang dimiliki tanpa menghubungkan sama sekali dengan tujuan penggunaannya. Kasifikasi teknis yakni klasifikasi tanah yang berdasarkan atas sifat-sifat tanah yang mempengaruhi kemampuan untuk penggunaan tertentu. Misalnya tanah mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Tanah di Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo adalah tanah Latosol juga disebut sebagai tanah Inceptisol menurut *USDA Soil Taxonomy* dalam Rachman Sutanto (2005: 161). Tanah ini mempunyai lapisan solum tanah yang tebal sampai sangat tebal, yaitu dari 130 cm sampai 5 meter bahkan lebih, sedangkan batas antara horizon tidak begitu jelas biasanya untuk jenis tanah ini terdapat di topografi datar sampai bergunung (Rachman Sutanto. 2005: 163).



Gambar 4. Peta Jenis Tanah Daerah Penelitian

f. Penggunaan Lahan

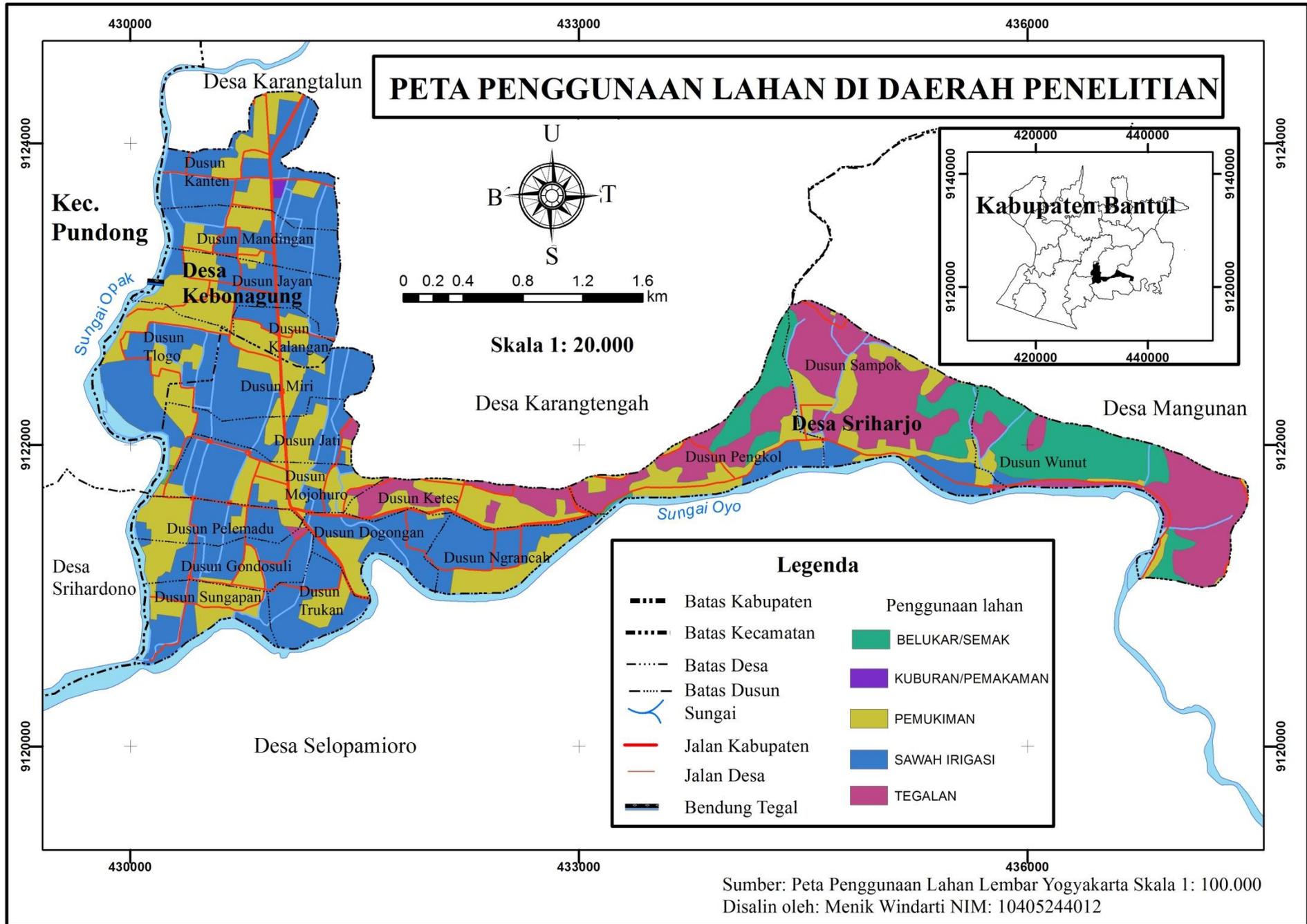
Penggunaan lahan adalah informasi yang menggambarkan sebaran pemanfaatan lahan. Penggunaan lahan dapat di klasifikasikan menjadi beberapa bagian yaitu kampung/pemukiman, sarana sosekbud, pertanian, perhubungan, perindustrian, pariwisata, pertambangan, hutan, dan air permukaan (BAPPEDA Kabupaten Bantul, 2012).

Penggunaan lahan merupakan suatu bentuk pemanfaatan atau fungsi dari perwujudan suatu bentuk penutup lahan. Istilah penggunaan lahan didasari pada fungsi kenampakan penutup lahan bagi kehidupan, baik itu kenampakan alami atau buatan manusia. Suatu kenampakan vegetasi yang rapat, dapat dibedakan menjadi hutan maupun perkebunan. Penyebutan tersebut tergantung pada perlakuan manusia terhadap penutup lahan.

Penggunaan lahan pada daerah penelitian dibagi dalam beberapa jenis menurut penggunaannya yaitu sawah, ladang, permukiman, hutan lindung dan penggunaan lainnya. Penggunaan lahan di Desa Kebonagung di dominasi untuk sawah pertanian dan permukiman. Persentase penggunaan lahan yaitu 51% atau 93,38 ha untuk sawah pertanian, 44% atau 80,57 ha untuk permukiman dan penggunaan lainnya hanya 5% atau 9,15 ha.

Dominasi penggunaan lahan di Desa Sriharjo adalah pertanian, baik untuk sawah maupun untuk ladang yang secara keseluruhan

mencapai 58% dari luas desa. Proporsi penggunaan lahan untuk saat ini adalah sawah 34%, ladang 23%, permukiman 27%, hutan lindung 10%, dan penggunaan lainnya 6%.



Gambar 5. Peta Penggunaan Lahan Daerah Penelitian

g. Kependudukan

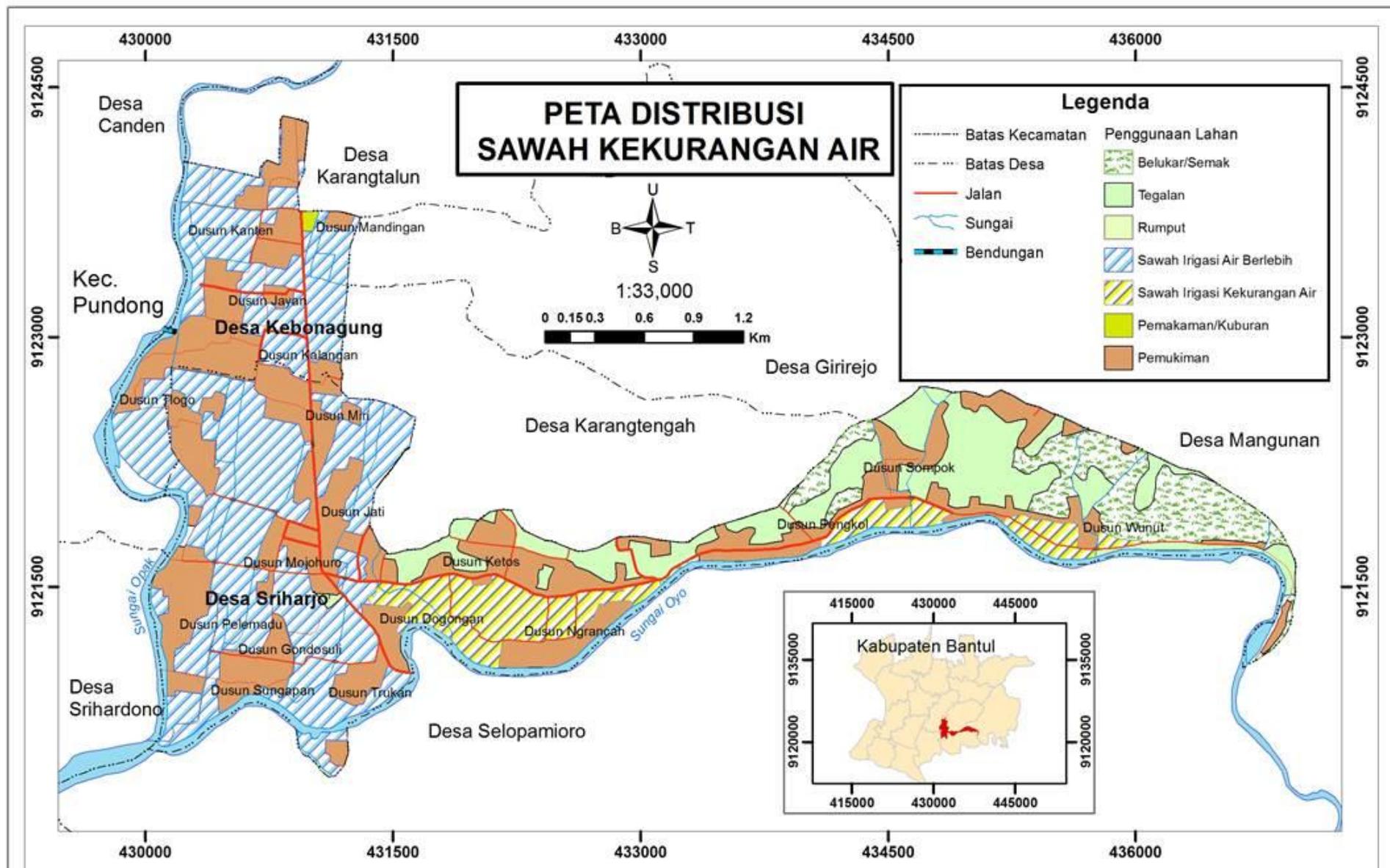
Menurut data kependudukan Desa Kebonagung, jumlah penduduk di Desa Kebonagung berjumlah 1.211 kepala keluarga dengan 3.710 jiwa yang terdiri dari laki-laki 1.790 jiwa dan perempuan 1.920 jiwa. Perbandingan luas wilayah dan jumlah penduduk Desa Kebonagung termasuk dalam katagori wilayah padat penduduk karena lebih dari 100 jiwa/km². Pendapatan warga Kebonagung dari pertanian sebanyak 42,2% dan lainnya dari buruh, PNS, home industri, pedagang, dll.

Jumlah penduduk Desa Sriharjo adalah 9.147 jiwa yang terdiri dari 4.502 laki-laki dan 4.645 perempuan yang tergabung dalam 2.707 kepala keluarga. Komposisi penduduk dilihat dari jenis kelamin menunjukkan bahwa jumlah penduduk perempuan lebih banyak dibanding penduduk laki-laki. Kepadatan penduduk di Desa Sriharjo termasuk dalam kategori rendah, karena hanya sebesar 18,2% jiwa/ha. Namun apabila kepadatan penduduk di lihat per dusun maka kepadatan penduduk sangat bervariasi. Kepadatan terendah berada di Dusun Wunut yaitu sebesar 6,3 jiwa/Ha. Kepadatan penduduk tertinggi berada di Dusun Mojohuro yaitu sebesar 45,4 jiwa/Ha atau dua setengah kali kepadatan rata-rata. Sumber utama pendapatan masyarakat Desa Sriharjo adalah pertanian (BAPPEDA Kabupaten Bantul, 2009)

h. Distribusi Sawah Kekurangan Air

Penyediaan dan pengontrolan air merupakan faktor yang terpenting untuk menanam padi, walaupun sesungguhnya masalah pengaturan air di sawah merupakan masalah yang agak sulit. Air yang berlebihan sama besar bahayanya dengan kekurangan air, drainase sering kali merupakan masalah yang lebih sulit pemecahannya daripada irigasi. Bukan hanya banyaknya air yang menjadi peningkat produktivitas tanaman padi akan tetapi zat-zat penyubur yang terkandung di dalam air itu juga (Clifford Geertz, 1983: 31).

Pada pertanian di wilayah Desa Kebonagung dan sekitarnya sudah tersuplai air irigasi dari Bendung Tegal dengan baik bahkan sampai berlebih, akan tetapi terdapat daerah yang kekurangan pasokan air irigasi dari bendung tegal yaitu di wilayah Desa Sriharjo bagian timur yang memasuki Dusun Ketos, Dusun Ngrancah, Dusun Pengkol, Dusun Sompok, dan Dusun Wunut. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Peta Distribusi Sawah Kekurangan Air

B. Hasil Dan Pembahasan

1. Potensi Debit Air Bendung Tegal untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)

a. Tinggi Terjun

Syarat suatu wilayah dapat dikembangkan menjadi PLTMH adalah memiliki tinggi terjun. Tinggi terjun merupakan tempat jatuhnya air yang mengalir. Memiliki perbedaan ketinggian antara aliran air dengan instalasi sehingga menimbulkan tenaga air yang mampu menggerakkan turbin. Data dari Dinas PSDA Kabupaten Bantul, tinggi terjun di Bendung Tegal adalah 9 m .

b. Debit Aliran Bendung Tegal

Debit aliran merupakan salah satu syarat utama suatu tempat bisa dibangun menjadi PLTMH. Debit aliran yang menjadi dasar dari penelitian ini adalah debit aliran Bendung Tegal yang datanya diperoleh dari Dinas PU PESDM dan BPSDA DIY. Data yang digunakan adalah data debit dari tahun 2005 sampai dengan 2013.

Tabel 9. Data Debit Bendung Tegal Perbulan Tahun 2005-2013 (m³/detik)

No	Bulan	Tahun							
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013
1	Januari	364,77	349,52	277,46	313,95	5,08	661,89	4,19	1135,86
2	Februari	284,99	373,48	942,51	255,57	277,57	243,68	1390,02	966,71
3	Maret	304,32	360,93	289,90	244,42	338,25	296,61	951,60	676,42
4	April	280,10	296,07	299,39	158,94	185,60	214,10	489,69	776,24
5	Mei	4,96	156,72	156,46	274,94	271,03	449,57	466,28	393,77
6	Juni	184,46	120,48	96,50	148,57	95,45	169,75	174,45	541,79
7	Juli	128,18	120,65	72,71	137,87	140,87	126,44	194,53	383,89
8	Agustus	4,96	197,19	119,41	140,64	94,05	479,41	115,95	186,46

Tabel Bersambung

Sambungan Tabel 9. Data Debit Bendung Tegal Perbulan Tahun 2005-2013 (m³/detik)

9	September	-	152,28	-	108,03	45,36	685,99	48,60	113,47
10	Oktober	-	-	-	-	82,79	353,18	75,78	109,75
11	November	-	72,45	-	-	44,91	391,32	273,92	469,28
12	Desember	-	109,97	-	-	70,96	-	506,79	584,63
Jumlah		1556,74	2309,74	2254,34	1782,93	1651,92	4071,94	4691,80	6338,27

Keterangan: tanda (-) tidak ada data.

Sumber: DPUPESDM dan Balai Pengelolaan Sumber Daya Air, 2014

Tabel di atas menunjukkan debit aliran Bendung Tegal dari tahun 2005-2013 (untuk data tahun 2011 kurang valid, sehingga tidak dicantumkan). Data debit bulanan tertinggi terjadi pada bulan Februari tahun 2012 yaitu mencapai 1390,02 m³/detik, sedangkan data debit bulanan terendah terjadi pada bulan Februari tahun 2012 yaitu hanya 4,19 m³/detik. Pada tahun 2013 merupakan jumlah debit tahunan tertinggi yaitu mencapai 6338,27 m³/detik dan debit tahunan terendah terjadi pada tahun 2005 yaitu hanya 1556,74 m³/detik.

c. Perhitungan Debit Harian

Data debit yang diperlukan dalam perhitungan potensial daya adalah data debit harian. Rerata debit harian diperoleh dari perhitungan jumlah debit tiap tahun antara tahun 2005-2013 dibagi dengan jumlah hari dalam setahun yaitu 365 hari. Hasil rerata debit harian dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Rerata Debit Harian Bendung Tegal Tahun 2005-2013 (m³/s)

Tahun	Jumlah (m ³ /s)	Debit Harian (m ³ /s)
2005	1556,74	4,27
2006	2309,74	6,33
2007	2254,34	6,18
2008	1782,93	4,88

Tabel Bersambung

Sambungan Tabel 10. Rerata Debit Harian Bendung Tegal Tahun 2005-2013 (m³/s)

2009	1651,92	4,53
2010	4071,94	11,16
2012	4691,80	12,85
2013	6338,27	17,37

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel di atas menunjukkan bahwa rerata debit harian Bendung Tegal dari tahun 2005-2013 berada dalam angka tertinggi yaitu di tahun 2013 dengan angka 17,37 m³/detik. Debit air terendah terjadi pada tahun 2005 berada dalam angka 4,27 m³/detik.

Rerata debit harian dari tahun 2005-2013 akan dibuat tingkatan sesuai dengan data debit terendah sampai tertinggi. Tingkatan yang diperoleh adalah tinggi, sedang dan rendah dengan klasifikasi 0,00-6,00 m³/detik, 6,10-12,00 m³/detik dan 12,10-18,00 m³/detik. Klasifikasi tingkatan tersebut dapat dilihat dalam Tabel 11 berikut:

Tabel 11. Tingkatan Debit Air Bendung Tegal (m³/detik)

Tingkatan	Klasifikasi (m ³ /detik)	Debit (m ³ /detik)
Rendah	0,00 – 6,00	4,27
		4,53
		4,88
Sedang	6,10 - 12,00	6,18
		6,33
		11,16
Tinggi	12,10 – 18,00	12,85
		17,37

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel di atas menunjukkan klasifikasi data debit yang masuk dalam tingkatan rendah, sedang atau tinggi, kemudian dari klasifikasi tersebut akan dihitung potensi daya yang dapat dihasilkan untuk PLTMH.

d. Perhitungan Daya

Perhitungan potensial daya yang dihasilkan oleh Bendung Tegol akan dilakukan menggunakan hukum Newton dan persamaan Bernoulli melalui beberapa tahapan. Melakukan perhitungan besar daya dengan data debit yang diklasifikasikan dengan debit rendah, sedang dan tinggi. Perhitungan tersebut akan dilakukan dengan menggunakan tinggi terjun 9 m. Diasumsikan bahwa W adalah daya yang dihasilkan, Q adalah debit air dan ρ adalah massa jenis air sehingga potensi daya air (W) yang mempunyai ketinggian h (m), jatuh mengalir dengan debit Q m³/detik adalah : $W = Q \rho g h$ (Kw). Perhitungan daya yang di hasilkan dari data debit rerata harian tahun 2005-2013 dapat dilihat pada Tabel 12 berikut (perhitungan dapat dilihat pada lampiran 13):

Tabel 12. Kapasitas Daya Listrik Yang Dihasilkan

Tingkatan	Klasifikasi	Debit (m ³ /detik)	Kapasitas daya (kw)
Rendah	0,00 – 6,00	4,27	376,9
		4,53	399,9
		4,88	430,8
Sedang	6,10 - 12,00	6,18	545,6
		6,33	558,9
		11,16	985,3
Tinggi	12,10 – 18,00	12,85	1134,5
		17,37	1533,5

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel di atas menunjukkan bahwa tingkatan rendah, daya yang dapat dihasilkan dengan debit antara 0,00-6,00 adalah 376,9 Kw sampai 430,8 Kw, tingkatan sedang dengan debit antara 6,10-12,00 adalah 545,6 Kw sampai 985,5 Kw, dan tingkatan tinggi dengan debit antara 12,10-18,00 adalah 1134,5 Kw sampai 1533,5 Kw.

e. Efisiensi Mikrohidro

Perhitungan daya menggunakan hukum Newton dan persamaan Bernouli merupakan perhitungan standar atau awal. Perhitungan tersebut mengabaikan beberapa sistem sehingga tidak diketahui berapa daya yang hilang ketika energi potensial air diubah menjadi energi listrik. Besarnya energi yang hilang dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu :

- Efisiensi turbin
- Efisiensi generator
- Efisiensi trafo
- Efisiensi jaringan
- Efisiensi sistem kontrol
- Efisiensi konstruksi sipil

Persamaan di atas menjadi $P_{netto} = g \times Q \times H \times E_t$ (kW). P_{netto} adalah Daya Listrik yang dapat dimanfaatkan $E_t = \text{Efisiensi Total Sistem}$. Menurut referensi Harvey, dapat diketahui bahwa untuk sistem pembangkit kecil, sebagai acuan kasar dapat digunakan harga sebagai berikut:

Tabel 13. Efisiensi Mikrohidro Yang Terpakai

No.	Efisiensi	Harga (%)
1	Efisiensi Konstruksi Sipil	95%
2	Efisiensi Turbin	80%
3	Efisiensi Generator	85%

Sumber : Harvey, 1993

Hasil dari tabel di atas kemudian dilakukan perhitungan terhadap efisiensi total sistem untuk mendapatkan daya listrik total yang dapat dihasilkan. Perhitungan efisiensi total sebagai berikut:

$$Et = 0,95 \times 0,8 \times 0,85$$

$$= 0,65 \text{ atau } 65\%$$

Data perhitungan daya setelah di lakukan efisiensi mikrohidro dapat dilihat pada Tabel 14 sebagai berikut (perhitungan lihat lampiran 14) :

Tabel 14. Kapasitas Daya Total Yang Dihasilkan

Tingkatan	Klasifikasi	Debit (m ³ /detik)	Kapasitas daya (kw)	Kapasitas Daya Total (Kw)
Rendah	0,00 – 6,00	4,27	376,9	245,1
		4,53	399,9	259,9
		4,88	430,8	280,1
Sedang	6,10 - 12,00	6,18	545,6	354,6
		6,33	558,9	363,2
		11,16	985,3	640,4
Tinggi	12,10 – 18,00	12,85	1134,5	737,4
		17,37	1533,5	996,8

Sumber: Hasil Perhitungan

Perhitungan di atas menunjukkan bahwa daya total yang dapat dihasilkan oleh debit Bendung Tegal setelah dilakukan efisiensi mikrohidro. Daya yang dihasilkan oleh tingkatan rendah dengan debit antara 0,00-6,00 adalah 245,1 Kw sampai 280,1 Kw, tingkatan sedang dengan debit antara 6,10-12,00 adalah 354,6 Kw sampai 640,4 Kw, dan tingkatan tinggi dengan debit antara 12,10-18,00 adalah 737,4 Kw sampai 996,8 Kw. Hasil perhitungan daya setelah di lakukan efisiensi mikrohidro tersebut menunjukkan bahwa debit air Bendung Tegal memiliki potensi besar untuk dijadikan PLTMH.

f. Kebutuhan energi listrik yang dimanfaatkan

Hasil penelitian potensi debit air Bendung Tegal untuk PLTMH dengan daya yang di hasilkan oleh tingkatan rendah adalah 245,1 Kw sampai 280,1 Kw, tingkatan sedang 354,6 Kw sampai 640,4 Kw, dan

tingkatan tinggi 737,4 Kw sampai 996,8 Kw. Daya tersebut dapat dijadikan acuan untuk suatu perencanaan dibangunnya PLTMH untuk dimanfaatkan langsung oleh masyarakat Desa Sriharjo dan Desa Kebonagung. Desa Sriharjo menurut buku Rencana Penataan Permukiman tahun 2009-2014 jumlah sambungan listrik yang ada yaitu sebanyak 2045 sambungan atau 77% dari jumlah rumah keseluruhan sisanya 23% belum terlayani listrik, dengan kata lain dari 2,639 rumah, 594 rumah belum tersambung dengan listrik PLN. Kebutuhan listrik di Desa Kebonagung sendiri perlu mendapatkan daya tambahan yaitu untuk penerangan jalan, kebutuhan industri kecil dan pengembangan pariwisata.

Daya yang dihasilkan tersebut maka dapat didistribusikan untuk rumah-rumah dan kebutuhan lain yang masih belum terlayani listrik dari PLN. Jumlah rumah yang belum terlayani listrik sebanyak 594 rumah dapat mendapat asupan listrik dari PLTMH dengan asumsi per rumah mendapatkan 250 watt. Sisa daya akan dimanfaatkan untuk mengembangkan industri kecil, pariwisata dan penerangan jalan.

2. Evaluasi Potensi Debit Air Bendung Tegal untuk Irigasi

a. Ketersediaan Air Permukaan

1) Curah Hujan

Ketersediaan air permukaan pada daerah penelitian yang bersumber dari air hujan dengan kurun waktu tahun 2005-2013 yang mempunyai jumlah curah hujan tertinggi di bulan Desember sebesar 304,56 mm, sedangkan terendah pada bulan Agustus yaitu sebesar 5,56 mm. Data curah hujan bulanan untuk daerah penelitian dapat dilihat pada Tabel 8.

2) Debit Air Pada Bendung Tegal

Debit Bendung Tegal sangat dipengaruhi oleh debit aliran air dari Sungai Opak serta curah hujan yang terjadi di wilayah tersebut.



Gambar 7. Bendung Tegal

Bendung Tegal mempunyai luas 601,3 ha dengan dua pintu air kanan dan kiri untuk pintu air kanan dengan luas jaringan irigasinya

sebesar 466,9 ha yaitu memasuki wilayah Kecamatan Pundong, sedangkan untuk pintu air kiri dengan luas jaringan irigasi sebesar 134,4 ha memasuki kawasan Kecamatan Imogiri yang melalui Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo. Luas areal irigasi untuk Desa Kebonagung hanya 10ha, sedangkan untuk Desa Sriharjo luas areal irigasinya 124,4 ha.

Bendung Tegal memiliki debit air per 15 harian tertinggi pada bulan Februari periode II sebesar 17,09 m³/periode, sedangkan debit air terendah pada bulan Agustus periode I sebesar 3,81 m³/periode. Debit rata-rata aliran per 15 harian pada Bendung Tegal dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Debit Aliran Bendung Tegal Per 15 harian Tahun 2005-2013 (m³/15harian)

NO.	Bulan		Tahun									Jumlah	Rata-rata
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		
1	Jan	I	12,70	10,29	8,33	11,21	0,16	19,72	0,16	0,14	36,59	99,30	11,03
2		II	10,89	12,20	9,53	9,11	0,16	22,88	0,83	0,14	36,69	102,43	11,38
3	Feb	I	10,08	13,13	22,80	9,55	10,17	5,86	0,16	44,48	35,63	151,86	16,87
4		II	8,36	11,03	37,53	7,02	7,81	9,73	0,13	45,17	27,01	153,79	17,09
5	Mar	I	9,71	12,67	9,94	9,21	13,38	13,44	0,16	36,95	26,17	131,63	14,63
6		II	9,92	10,68	8,80	6,64	8,59	5,94	0,59	24,83	17,74	93,73	10,41
7	Apr	I	8,68	11,72	9,51	5,76	5,60	7,33	0,15	21,88	29,62	100,25	11,14
8		II	9,37	7,51	9,80	4,53	6,35	6,51	0,14	10,09	20,74	75,04	8,34
9	Mei	I	0,16	5,34	5,34	8,80	9,55	10,53	0,17	20,74	10,43	71,06	7,90
10		II	0,16	4,79	4,78	8,94	7,99	18,23	1,04	9,70	14,83	70,46	7,83
11	Jun	I	5,57	4,29	6,43	5,62	2,33	7,21	0,16	7,22	11,10	49,93	5,55
12		II	6,30	3,51	-	4,01	3,78	3,85	0,15	4,14	23,45	49,19	6,15
13	Jul	I	4,11	3,62	-	4,78	6,44	4,92	0,14	6,12	14,24	44,37	5,55
14		II	4,16	4,15	4,54	4,14	2,77	3,29	0,27	6,42	10,64	40,38	4,49
15	Agsts	I	0,16	5,77	4,41	5,08	2,58	4,53	0,16	4,77	6,87	34,33	3,81
16		II	0,16	6,92	3,33	4,03	3,46	25,71	1,20	2,77	5,22	52,80	5,87
17	Sept	I	-	5,84	-	3,48	1,69	15,17	1,33	1,45	4,41	33,37	4,77

Tabel Bersambung

Sambungan Tabel 15. Debit Aliran Bendung Tegal Per 15 harian Tahun 2005-2013 (m³/dtk)

18		II	-	4,05	-	3,49	1,25	28,65	1,24	1,68	2,96	43,32	6,19	
19	Okt	I	-	-	-	-	1,84	9,47	-	1,79	2,31	15,41	3,85	
20		II	-	-	-	-	3,45	13,20	1,07	3,06	4,69	25,47	5,09	
21	Nov	I	-	4,33	-	-	1,31	13,72	-	4,46	12,96	36,78	7,36	
22		II	-	0,47	-	-	1,58	11,59	-	12,93	17,18	43,75	8,75	
23	Des	I	-	-	-	-	2,29	-	-	13,07	15,16	30,52	10,17	
24		II	-	6,87	-	-	2,29	-	-	19,42	22,33	50,91	12,73	
Jumlah				100,49	149,18	145,07	115,40	106,82	261,48	9,25	303,42	408,97	1600,08	206,94
Rata-Rata				6,28	7,10	10,36	6,41	4,45	11,89	0,49	12,64	17,04	66,67	8,62

Keterangan: tanda (-) tidak ada data.

Sumber: DPUPESDM dan Balai Pengelolaan Sumber Daya Air, 2014

3) Evaporasi

Evaporasi yang dihitung dalam penelitian ini adalah evaporasi permukaan air bebas (Eo) yang ada di daerah penelitian. Eo adalah penguapan yang terjadi dari permukaan air (seperti laut, danau, sungai), permukaan tanah (genangan di atas tanah dan penguapan dari permukaan air tanah yang dekat dengan permukaan tanah), dan permukaan tanaman (Bambang Triatmodjo, 2008:49).

Evaporasi di daerah penelitian dihitung menggunakan metode dari Khosla. Metode ini memerlukan adanya data suhu yang ada di daerah penelitian yang kemudian dihitung tinggi suhu rata-rata bulanannya dan dikalikan dengan tetapan 4,8.

Periode evaporasi dalam penelitian ini menggunakan metode 15-16 hari. Data perhitungan evaporasi pada penelitian ini bersumber dari Stasiun Barongan, karena stasiun tersebut paling dekat dengan wilayah penelitian serta masih dalam ketinggian yang sama. Pada

penelitian ini besarnya evaporasi diketahui dari suhu rata-rata bulanan dapat dilihat pada Tabel 16 sebagai berikut:

Tabel 16. Suhu Rata-Rata Stasiun Barongan Tahun 2005-2013 (°C)

No.	Bulan		Tahun									Jumlah	Rata-rata
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		
1	Jan	I	26,87	27,60	27,60	29,14	30,53	29,13	-	26,27	28,06	225,21	25,02
2		II	26,71	26,78	26,78	29,34	30,78	29,54	-	26,75	28,34	225,03	25,00
3	Feb	I	26,45	27,28	27,28	29,25	30,77	29,37	-	26,66	28,65	225,71	25,08
4		II	26,69	27,23	27,23	29,00	30,73	29,50	-	26,69	28,41	225,47	25,05
5	Mar	I	34,10	27,04	28,46	29,39	30,97	29,93	-	27,89	28,82	236,60	26,29
6		II	27,42	27,11	27,51	29,08	30,81	29,91	-	27,78	29,09	228,70	25,41
7	Apr	I	26,60	14,20	24,33	28,94	30,53	30,13	-	28,30	29,11	212,16	23,57
8		II	26,94	17,09	-	29,49	29,70	30,37	-	28,51	29,33	191,43	21,27
9	Mei	I	27,20	-	-	29,15	31,10	29,47	-	27,92	29,53	174,37	19,37
10		II	27,01	-	-	29,44	30,04	29,78	-	28,17	28,36	172,79	19,20
11	Jun	I	26,94	-	-	29,12	30,97	30,43	36,20	27,61	27,32	208,58	23,18
12		II	26,70	-	-	29,49	31,23	30,67	24,41	33,29	28,57	204,36	22,71
13	Jul	I	23,98	-	-	27,50	31,17	30,83	26,33	25,89	27,72	193,41	21,49
14		II	27,72	-	-	25,68	29,31	30,91	26,40	26,09	27,05	193,15	21,46
15	Agsts	I	25,83	-	-	26,04	30,07	30,67	25,87	26,39	26,40	191,27	21,25
16		II	26,14	-	-	26,65	29,41	38,66	24,31	26,46	27,61	199,23	22,14
17	Sept	I	26,09	-	-	26,03	30,60	30,43	26,11	27,19	28,00	194,45	21,61
18		II	27,46	-	-	25,66	30,50	30,10	27,29	28,05	27,77	196,83	21,87
19	Okt	I	26,90	28,57	-	26,31	30,10	30,43	27,82	28,88	28,28	227,29	25,25
20		II	27,03	28,33	-	27,57	30,47	30,31	29,43	28,37	29,05	230,55	25,62
21	Nov	I	27,03	27,93	20,98	29,60	30,87	0,00	27,34	29,17	28,51	221,43	24,60
22		II	27,53	28,35	28,07	30,50	29,77	0,00	28,17	28,87	27,20	228,46	25,38
23	Des	I	27,15	27,86	29,13	30,03	30,13	0,00	36,76	28,21	28,07	237,33	26,37
24		II	26,37	27,08	29,18	30,03	29,91	0,00	26,88	28,11	27,16	224,73	24,97

Keterangan : tanda (-) tidak ada data

Sumber: DPUPESDM dan Balai Pengelolaan Sumber Daya Air, 2013

Tinggi suhu udara di daerah penelitian berkisar antara 19 °C hingga 26 °C. Suhu rata-rata per 15 harian tertinggi adalah 26,37 °C yang terjadi pada bulan Desember I dan suhu rata-rata terendah adalah 19,20 °C yang terjadi pada bulan Mei II.

Perhitungan evaporasi dapat di lihat pada lampiran 14. Data tinggi rendahnya evaporasi didaerah penelitian dapat dilihat dari Tabel 17 sebagai berikut:

Tabel 17. Evaporasi bulanan (mm/15 harian)

No.	Bulan		Suhu rata-rata	Eo
1	Jan	I	25,02	120,11
2		II	25,00	120,01
3	Feb	I	25,08	120,38
4		II	25,05	120,25
5	Mar	I	26,29	126,19
6		II	25,41	121,97
7	Apr	I	23,57	113,15
8		II	21,27	102,09
9	Mei	I	19,37	93,00
10		II	19,20	92,16
11	Jun	I	23,18	111,24
12		II	22,71	108,99
13	Jul	I	21,49	103,15
14		II	21,46	103,02
15	Agsts	I	21,25	102,01
16		II	22,14	106,26
17	Sept	I	21,61	103,71
18		II	21,87	104,98
19	Okt	I	25,25	121,22
20		II	25,62	122,96
21	Nov	I	24,60	118,09
22		II	25,38	121,84
23	Des	I	26,37	126,58
24		II	24,97	119,86

Sumber : Hasil Perhitungan

Evaporasi pada daerah penelitian berkisar antara 172 mm/periode sampai 237 mm/periode. Evaporasi tertinggi pada bulan Desember I yaitu sebesar 237,33 mm/periode sedangkan evaporasi terendah pada bulan Mei II yaitu sebesar 172,79 mm/periode.

4) Kebutuhan Air Konsumtif/ *Crop Water Requirement* (CWR)

Kebutuhan air konsumtif (CWR) adalah jumlah air yang digunakan untuk transpirasi atau untuk membangun jaringan suatu tubuh tanaman atau vegetasi alami, bersama-sama dengan air yang menguap dari air atau permukaan tanah (R. Budi Widodo, 2002: 35).

Pada perhitungan kebutuhan air konsumtif di daerah penelitian yaitu dengan cara mengalikan evaporasi (E_o) dengan koefisien tanaman (K_c). Perhitungan evaporasi ini menggunakan metode Israelsen. Besarnya nilai kebutuhan air pada tanaman dapat dilihat pada Tabel 18 sebagai berikut:

Tabel 18. Faktor tanaman (K_c)

Tanaman	Massa Pertumbuhan	Waktu (bln)	K_c
Padi	a. Garapan untuk bibit dan pemindahan bibit	1	1
	b. Persemaian	$\frac{1}{2}$	1
	c. Pertumbuhan vegetatif	$1\frac{1}{2}$	1,1
	d. Pertumbuhan generatif sampai berbunga	$\frac{1}{2}$	1,35
	e. Permbuahan sampai masak	$\frac{1}{2}$	0,8
Palawija	a. Garapan	$\frac{1}{2}$	
	b. Pertumbuhan bibit	$\frac{1}{2}$	0,5
	c. Pertumbuhan vegetatif	1	0,65
	d. Pмбуahan	$\frac{1}{2}$	0,8
	e. Masak	$\frac{1}{2}$	0,4

Sumber : Abddurachim dalam Suci Kusmiyati, 2006

Sistem pola tanam di daerah penelitian ditentukan oleh kebijakan pemerintah daerah dengan pemberlakuan sistem pola tanam 3 kali musim dalam satu tahun yaitu tanaman padi, padi dan palawija (padi-padi-palawija). Pemerintah daerah memberlakukan kebijakan ini dengan mempertimbangkan ketersediaan air Bendung Tegal maupun

curah hujan yang terjadi di tiap bulannya serta kesiapan lahan pertanian. Kebijakan pemerintah ini berguna untuk menunjang pemerataan pengairan ataupun irigasi bagi seluruh lahan pertanian yang ada.

Jenis tanaman para petani didaerah penelitian biasanya berupa padi-padian dengan jenis yang berbeda-beda sesuai kehendak dan kebutuhan masing-masing, akan tetapi jenis padi Ir.64 yang paling banyak di tanam. Pada umumnya para petani melakukan penanaman padi pada awal musim yaitu di bulan November.

Berdasarkan perhitungan kebutuhan air konsumtif di daerah penelitian, dapat diketahui kebutuhan air konsumtif tertinggi pada bulan Februari periode I sebesar 162,51 mm/periode yakni pada masa pertumbuhan vegetative jenis tanaman padi, sedangkan kebutuhan air konsumtif terendah terjadi pada bulan Oktober periode II sebesar 36,89 mm/periode yakni pada masa pemasakan dan jenis tanamnya palawija. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 19 sebagai berikut:

Tabel 19. Kebutuhan Air Konsumtif (CWR) Desa Kebonagung dan Sriharjo (mm/15 harian)

Bulan	Tanaman	Masa Pertumbuhan	Eo (mm)	Kc	CWR (mm)	
Nov	I	Padi Ir.64	Persiapan Lahan	118,09	1	118,09
	II	Padi Ir.64	Penggenangan, Penjenuhan	121,84	1	121,84
Des	I	Padi Ir.64	Persemaian	126,58	1	126,58
	II	Padi Ir.64	Pertumbuhan vegetatif	119,86	1,1	131,85
Jan	I	Padi Ir.64	Pertumbuhan vegetatif	120,11	1,1	132,12

Tabel Bersambung

Sambungan Tabel 19. Kebutuhan Air Konsumtif (CWR) Desa Kebonagung dan Sriharjo (mm/15 harian)

	II	Padi Ir.64	Pertumbuhan vegetatif	120,01	1,1	132,01
Feb	I	Padi Ir.64	Pertumbuhan vegetatif	120,38	1,35	162,51
	II	Padi Ir.64	Pembuahan s/d masak	120,25	0,8	96,20
Mar	I	-	-	126,19	-	-
	II	Padi Ir.64	Persiapan Lahan	121,97	1	121,97
Apr	I	Padi Ir.64	Penggenangan, Penjenuhan	113,15	1	113,15
	II	Padi Ir.64	Persemaian	102,09	1	102,09
Mei	I	Padi Ir.64	Pertumbuhan vegetatif	93	1,1	102,30
	II	Padi Ir.64	Pertumbuhan vegetatif	92,16	1,1	101,38
Jun	I	Padi Ir.64	Pertumbuhan vegetatif	111,24	1,1	122,36
	II	Padi Ir.64	Pertumbuhan vegetatif	108,99	1,35	147,13
Jul	I	Padi Ir.64	Pembuahan s/d masak	103,15	0,8	82,52
	II	-	-	103,02	-	-
Agst	I	Palawija	Persiapan lahan	102,01	1	102,01
	II	Palawija	Pertumbuhan bibit	106,26	0,4	42,50
Sep	I	Palawija	Pertumbuhan vegetatif	103,71	0,55	57,04
	II	Palawija	Pertumbuhan vegetatif	104,98	0,55	57,74
Okt	I	Palawija	Pembuahan	121,22	0,7	84,85
	II	Palawija	Pemasakan	122,96	0,3	36,89

Sumber: Hasil Perhitungan

5) Kebutuhan Air Tiap Petak Sawah/*Farm Water Requirement (FWR)*.

Kebutuhan air tiap petak sawah berkaitan dengan pengelolaan dan persiapan lahan. Air yang dipakai pada saat penggenangan dan penjenuhan di lahan pertanian sangat berpengaruh akan kelangsungan pertumbuhan tanaman di lahan pertanian tersebut. Hal ini juga dapat diartikan dengan suatu kebutuhan air yang diperlukan untuk suatu petak sawah yang meliputi kebutuhan air tanaman untuk pengolahan

tanah dan kehilangan air melalui limpasan, kebocoran, evaporasi dan lain sebagainya. Faktor yang berpengaruh dalam kebutuhan air di tiap petak sawah yaitu faktor perkolasi. Biasanya pada tanah-tanah yang lebih ringan laju perkolasi bisa lebih tinggi. Tekstur tanah pada daerah penelitian yaitu lempung bergeluh dengan nilai perkolasi 1-2 mm/hari.

Perhitungan kebutuhan air di petak sawah merupakan hasil penjumlahan antara kebutuhan air konsumtif, perkolasi, penggenangan dan penjemuran. Pada masa tanam padi dibutuhkan penggenangan dan penjemuran, sedangkan pada masa tanam palawija hanya menggunakan penjemuran tanah. Besarnya FWR pada daerah penelitian dapat di lihat Tabel 21 sebagai berikut:

Tabel 20. Kebutuhan Air Tiap Petak Sawah (FWR) Desa Kebonagung dan Sriharjo (mm/15 harian).

Bulan		Tanaman	CWR (mm)	Pg (0,8)	Pj (1,2)	Pe	FWR (mm)
Nov	I	Padi Ir.64	118,09	8	12	10	148,09
	II	Padi Ir.64	121,84	8	12	10	151,84
Des	I	Padi Ir.64	126,58	8	12	10	156,58
	II	Padi Ir.64	131,85	8	12	10	161,85
Jan	I	Padi Ir.64	132,12	8	12	10	162,12
	II	Padi Ir.64	132,01	8	12	10	162,01
Feb	I	Padi Ir.64	162,51	8	12	10	192,51
	II	Padi Ir.64	96,20	8	12	10	126,20
Mar	I	-		-	-	-	
	II	Padi Ir.64	121,97	8	12	10	151,97
Apr	I	Padi Ir.64	113,15	8	12	10	143,15
	II	Padi Ir.64	102,09	8	12	10	132,09

Tabel Bersambung

Sambungan Tabel 20. Kebutuhan Air Tiap Petak Sawah (FWR) Desa Kebonagung dan Sriharjo (mm/15 harian).

Mei	I	Padi Ir.64	102,30	8	12	10	132,30
	II	Padi Ir.64	101,38	8	12	10	131,38
Jun	I	Padi Ir.64	122,36	8	12	10	152,36
	II	Padi Ir.64	147,14	8	12	10	177,14
Jul	I	Padi Ir.64	82,52	8	12	10	112,52
	II	-		-	-	-	
Agst	I	Palawija	102,01	0	12	0	114,01
	II	Palawija	42,50	0	12	0	54,50
Sep	I	Palawija	57,04	0	12	0	69,04
	II	Palawija	57,74	0	12	0	69,74
Okt	I	Palawija	84,85	0	12	0	96,85
	II	Palawija	36,89	0	12	0	48,89

Sumber: Hasil Perhitungan

Pada Tabel 20 di atas dapat dilihat nilai kebutuhan air petak sawah (FWR) daerah penelitian tertinggi pada bulan Februari dekade I sebesar 192,51 mm/periode. Hal tersebut dikarenakan pada bulan tersebut terjadi pertumbuhan generatif untuk tanaman padi sehingga perlu air yang banyak untuk masa pertumbuhan. Kebutuhan air terendah pada bulan Oktober dekade II sebesar 48,89 mm/periode, karena pada bulan tersebut telah memasuki masa pematangan dan pemasakan untuk tanaman palawija.

6) Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah curah hujan andalan yang jatuh di suatu daerah dan digunakan tanaman untuk pertumbuhan. Curah hujan tersebut merupakan curah hujan wilayah yang harus diperkirakan dari

titik pengamatan yang dinyatakan dalam millimeter (Bambang Triatmodjo, 2008: 318).

Besarnya curah hujan di daerah penelitian antara 0-163 mm/periode. Curah hujan efektif tertinggi pada bulan Maret periode II sebesar 163,25 mm/periode, sedangkan curah hujan efektif terendah terjadi pada bulan Juli periode II sebesar 0,78 mm/periode. Data curah hujan efektif dapat dilihat pada Tabel 21:

Tabel 21. Curah Hujan Efektif (mm/15 harian)

Bulan		%	Curah Hujan	Re
Nov	I	70%	84,89	59,42
	II		74,00	51,80
Des	I		107,33	75,13
	II		208,00	145,60
Jan	I		145,89	102,12
	II		125,44	87,81
Feb	I		127,44	89,21
	II		111,33	77,93
Mar	I		102,78	71,95
	II		233,22	163,25
Apr	I		89,22	62,45
	II		48,44	33,91
Mei	I		38,00	26,60
	II		37,56	26,29
Jun	I		13,78	9,65
	II		18,67	13,07
Jul	I		23,33	16,33
	II		1,11	0,78
Agst	I		1,67	1,17
	II		3,89	2,72
Sep	I	16,00	11,20	
	II	9,89	6,92	
Okt	I	11,33	7,93	
	II	47,78	33,45	

Sumber: Hasil Perhitungan

7) Efisiensi Irigasi

Efisiensi irigasi merupakan tingkat ketercapaian pengaliran air dari suatu jaringan irigasi. Efisiensi irigasi terdiri atas efisiensi pengaliran yang pada umumnya terjadi di jaringan utama dan efisiensi di jaringan sekunder dari bangunan pembagi sampai petak sawah (Bambang Triatmodjo, 2008: 319).



Gambar 8. Saluran jaringan irigasi Bendung Tegal

Penentuan efisiensi irigasi dalam penelitian ini berdasarkan pada hasil observasi yang telah dilakukan. Pada bangunan dan saluran irigasi yang terdapat di Bendung Tegal dan kawasan saluran irigasinya termasuk irigasi semi teknis di karenakan sistem pembagian airnya serupa dengan jaringan sederhana, namun sebagian besar bangunan irigasi yang berupa bendung dan pintu air masih berfungsi dengan

baik serta struktur saluran irigasi utama/induk dan sekunder sudah terbuat dari semen atau permanen.



Gambar 9. Saluran jaringan irigasi Bendung Tegal

Bisa dikatakan saluran yang terbuat dari semen dapat menghambat peresapan air ke tanah serta peresapan oleh vegetasi yang terdapat di sekitar dinding. Efisiensi irigasi dari saluran induk ke saluran sekunder masih bagus. Maka ditetapkan besarnya efisiensi irigasi pada daerah penelitian sebesar 70% yang artinya aliran air irigasi yang masuk pada area persawahan sebesar 70%, sedangkan aliran air yang meresap ke tanah atau belum sampai ke daerah tujuan irigasi sebesar 30%.

8) Kebutuhan Air Lahan Pertanian/ *Potensial Water Requirement* (PWR).

Kebutuhan air lahan pertanian (PWR) merupakan kebutuhan air yang diperlukan untuk proyek pengairan pada suatu areal persawahan (R. Budi Widodo, 2002: 40). Meninjau adanya potensi

hujan efektif bagi tanaman, maka perhitungan kebutuhan air lahan pertanian (PWR) yaitu dengan cara kebutuhan air tiap petak sawah (FWR) dikurangi curah hujan efektif untuk tanaman (Re), selanjutnya dibagi dengan efisiensi irigasi (Esal).

Pada penelitian ini kebutuhan air lahan pertanian tertinggi mencapai 234,39 mm/hari pada bulan Juni periode II, sedangkan yang terendah terjadi pada bulan Maret periode II, bulan Oktober periode II, serta bulan Desember periode II, ketiga bulan tersebut terendah di bawah 50 mm/hari. Untuk bulan Maret dekade II bisa dikatakan paling rendah karena mencapai -16,11 mm/hari. Pada bulan-bulan tersebut hujan efektif cukup besar sehingga mengakibatkan terjadinya kelebihan air pada lahan pertanian. Pada bulan Maret nilai PWR dianggap 0 dikarenakan pada bulan tersebut mencapai minus. Data nilai PWR dapat di lihat pada Tabel 22 sebagai berikut:

Tabel 22. Kebutuhan Air Lahan Pertanian (PWR) Desa Kebonagung dan Sriharjo (mm/15 harian)

Bulan	T	Eo	Kc	CWR	P	Pj	Pe	FWR	Re	FWR-Re	/Esal	PWR	
Nov	I	24,6	118,09	1	118,09	8	12	10	148,09	59,42	88,67	70%	126,67
	II	25,38	121,84	1	121,84	8	12	10	151,84	51,80	100,04		142,91
Des	I	26,37	126,58	1	126,58	8	12	10	156,58	75,13	81,45		116,36
	II	24,97	119,86	1,1	131,85	8	12	10	161,85	145,6	16,25		23,21
Jan	I	25,02	120,11	1,1	132,12	8	12	10	162,12	102,12	60		85,71
	II	25	120,01	1,1	132,01	8	12	10	162,01	87,81	74,2		106,00
Feb	I	25,08	120,38	1,35	162,51	8	12	10	192,51	89,21	103,3		147,57
	II	25,05	120,25	0,8	96,2	8	12	10	126,2	77,93	48,27		68,96
Mar	I	26,29	126,19	-	-	-	-	-		71,95			
	II	25,41	121,97	1	121,97	8	12	10	151,97	163,25	-11,28		-16,11
Apr	I	23,57	113,15	1	113,15	8	12	10	143,15	62,45	80,7		115,29
	II	21,27	102,09	1	102,09	8	12	10	132,09	33,91	98,18		140,26

Tabel Bersambung

Sambungan Tabel 22. Kebutuhan Air Lahan Pertanian (PWR) Desa Kebonagung dan Sriharjo (mm/15 harian)

Mei	I	19,37	93	1,1	102,3	8	12	10	132,3	26,6	105,7	151,00
	II	19,2	92,16	1,1	101,38	8	12	10	131,38	26,29	105,09	150,13
Jun	I	23,18	111,24	1,1	122,36	8	12	10	152,36	9,65	142,71	203,87
	II	22,71	108,99	1,35	147,13	8	12	10	177,14	13,07	164,07	234,39
Jul	I	21,49	103,15	0,8	82,52	8	12	10	112,52	16,33	96,19	137,41
	II	21,46	103,02	-	-	-	-	-		0,78		
Ags	I	21,25	102,01	1	102,01	0	12	0	114,01	1,17	112,84	161,20
	II	22,14	106,26	0,4	42,5	0	12	0	54,5	2,72	51,78	73,97
Sep	I	21,61	103,71	0,55	57,04	0	12	0	69,04	11,2	57,84	82,63
	II	21,87	104,98	0,55	57,74	0	12	0	69,74	6,92	62,82	89,74
Okt	I	25,25	121,22	0,7	84,85	0	12	0	96,85	7,93	88,92	127,03
	II	25,62	122,96	0,3	36,89	0	12	0	48,89	33,45	15,44	22,06

Sumber : Hasil Perhitungan

9) Evaluasi Debit Air Bendung Tegal untuk Irigasi

Evaluasi debit air Bendung Tegal untuk irigasi di Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo dapat dilihat dari debit aliran yang ada pada Bendung Tegal dikurangi dengan kebutuhan air untuk irigasi di Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo.

Mengetahui dan menganalisa kebutuhan air untuk irigasi, perlu penyatuan dari kebutuhan air konsumtif/CWR, kebutuhan tiap petak sawah/FWR, dan kebutuhan air lahan pertanian/PWR. Data hasil penyatuan dari PWR dan data debit Bendung Tegal tidaklah sama, maka untuk itu perlu disamakan guna dapat menganalisa imbalanced air untuk irigasi. Langkah-langkah perhitungan PWR dan hasil konversinya dapat dilihat di lampiran 21 dan 22 serta untuk konversi debitnya dapat dilihat pada lampiran 23. Data PWR total dapat di lihat pada tabel 24.

Tabel 23. Data Kebutuhan Air Lahan Pertanian (PWR) Total Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo

Bulan		PWR mm/15 hari	PWR liter/detik	Luas Daerah Irigasi (ha)	PWR total (ltr/dtk)
Nov	I	126,67	14,66	134,4	1970,42
	II	142,91	16,54		2223,04
Des	I	116,36	13,47		1810,04
	II	23,21	2,69		361,04
Jan	I	85,71	9,92		1333,27
	II	106,00	12,27		1648,89
Feb	I	147,57	17,08		2295,53
	II	68,96	7,98		1072,71
Mar	I				
	II	-16,11	-1,86		-250,60
Apr	I	115,29	13,34		1793,40
	II	140,26	16,23		2181,82
Mei	I	151,00	17,48		2348,89
	II	150,13	17,38		2335,36
Jun	I	203,87	23,60		3171,31
	II	234,39	27,13		3646,07
Jul	I	137,41	15,90		2137,49
	II				
Agst	I	161,20	18,66		2507,56
	II	73,97	8,56		1150,64
Sep	I	82,63	9,56		1285,36
	II	89,74	10,39		1395,96
Okt	I	127,03	14,70		1976,02
	II	22,06	2,55		343,16

Sumber: Hasil Perhitungan

Pada hasil analisa imbangannya air Bendung Tegal untuk irigasi di Desa Kebonagung dan sekitarnya menunjukkan kelebihan air untuk luas area irigasi 134,4 ha. Data imbangannya air tertinggi terjadi pada bulan Februari periode II sebesar 16.015,29 liter/15 hari. Pada bulan ini kebutuhan air lahan pertanian/PWR totalnya hanya sekitar 1.072,71 liter/15 hari, sedangkan debit yang di alirkan oleh Bendung Tegal sebesar 17.088 liter/15 hari. Data imbangannya air terendah terjadi

pada bulan Agustus periode I yaitu sebesar 1.306,44 liter/15 hari, pada bulan ini untuk kebutuhan air lahan pertanian/PWR totalnya sebesar 2507,56 liter/15 hari, sedangkan untuk debit yang dialirkan oleh Bendung Tegal sebesar 3,814 liter/15 hari. Hasil perhitungan selengkapnya mengenai imbalanced air Bendung Tegal untuk irigasi Desa Kebonagung dan sekitarnya dapat dilihat pada Tabel 24 berikut:

Tabel 24. Imbalanced Air Bendung Tegal untuk Irigasi di Desa Kebonagung dan Sekitarnya. (liter/15 hari)

Bulan		Debit Bendungan	PWR total	Evaluasi/Imbalanced air
Nov	I	7356	1970,42	5385,58
	II	8750	2223,04	6526,96
Des	I	10173	1810,04	8362,96
	II	12728	361,04	12366,96
Jan	I	11033	1333,27	9699,73
	II	11381	1648,89	9732,11
Feb	I	16873	2295,53	14577,47
	II	17088	1072,71	16015,29
Mar	I			
	II	10414	-250,6	10664,60
Apr	I	11139	1793,4	9345,60
	II	8338	2181,82	6156,18
Mei	I	7896	2348,89	5547,11
	II	7829	2335,36	5493,64
Jun	I	5548	3171,31	2376,69
	II	6149	3646,07	2502,93
Jul	I	5546	2137,49	3408,51
	II			
Agst	I	3814	2507,56	1306,44
	II	5867	1150,64	4716,36
Sep	I	4767	1285,36	3481,64
	II	6189	1395,96	4793,04
Okt	I	3853	1976,02	1876,98
	II	5094	343,16	4750,84

Sumber: Hasil Perhitungan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka dapat diambil berbagai kesimpulan sebagai berikut:

1. Potensi debit air Bendung Tegal untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Daya total yang dapat dihasilkan oleh debit Bendung Tegal setelah dilakukan efisiensi mikrohidro dengan tingkatan rendah yaitu debit antara 0,00-6,00 adalah 245,1 Kw sampai 280,1 Kw, tingkatan sedang dengan debit antara 6,10-12,00 adalah 354,6 Kw sampai 640,4 Kw, dan tingkatan tinggi dengan debit antara 12,10-18,00 adalah 737,4 Kw sampai 996,8 Kw.
2. Daya yang dihasilkan antara 245,1 Kw sampai 996,8 Kw maka dapat didistribusikan untuk rumah-rumah dan kebutuhan lain yang masih belum terlayani listrik dari PLN. Jumlah rumah yang belum terlayani listrik sebanyak 594 rumah dapat mendapat asupan listrik dari PLTMH dengan asumsi per rumah mendapatkan 250 watt. Sisa daya akan dimanfaatkan untuk mengembangkan industri kecil, pariwisata dan penerangan jalan.
3. Potensi ketersediaan air bendungan untuk irigasi yang mampu disediakan oleh Bendung Tegal rata-rata sebesar 206.938 liter/15 harian dilihat pada Lampiran 23, sedangkan luas areal irigasi Desa Kebonagung dan Desa

Sriharjo adalah 134,4 ha dengan kebutuhan air lahan pertanian hanya 38.737,38 liter/15 hari.

4. Evaluasi debit air Bendung Tegal untuk irigasi di Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo menunjukkan adanya kelebihan air, akan tetapi masih ada daerah di Desa Sriharjo bagian timur yang masih kekurangan pasokan air untuk lahan pertaniannya walaupun jaringan irigasi sudah sampai kesana. Hal ini disebabkan topografi yang tidak rata dan kurangnya pengawasan dalam pembagian air yang menyebabkan adanya penimbunan air di sawah-sawah tertentu.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian “Potensi Debit Air Bendung Tegal Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh) Dan Irigasi Di Desa Kebonagung Dan Desa Sriharjo Kecamatan Imogiri Kabupaten Bantul” adalah sebagai berikut:

1. Saran untuk masyarakat sekitar terutama para petani dan pemerintah desa. Pada pembagian pengairan irigasi bagi para petani harus sesuai jadwal dan adil serta perlunya pengawasan terpadu dari pemerintah desa sehingga bisa merata dalam pendistribusian air irigasinya. Perlunya pemeliharaan saluran dan bangunan serta perbaikan jaringan irigasi yang rusak secara berkesinambungan. Guna untuk melancarkan pengairan serta untuk membersihkan sedimentasi pada bendungan supaya debit bendungan tetap stabil dan juga saluran irigasi supaya terhindar dari sampah dan vegetasi liar yang mengganggu pada pendistribusian aliran irigasi.

2. Untuk para petani di wilayah Desa Sriharjo bagian timur yang selalu mengalami kesulitan air untuk mengairi lahan pertaniannya walaupun jaringan irigasi sudah sampai disana, hal ini dapat diminimalisir dengan cara menjadikan pertanian tadah hujan bukan pertanian irigasi. Jaringan irigasi disana diubah menjadi sarana pembantu pemasokan air walaupun kurang optimal.
3. Pola tanam yang telah ditetapkan oleh pemerintah harus diterapkan secara bersama-sama oleh para petani sehingga dalam pendistribusian air irigasi dapat lebih optimal dan efisien. Serta dibuat pengawasan khusus dan teguran yang membuat jera dari pemerintah desa apabila ada petani yang menanam tanaman yang tidak sesuai sehingga berdampak negatif pada pendistribusian air irigasi.
4. Untuk pemerintah setempat agar mempertimbangkan pemanfaatan debit air Bendung Tegal untuk PLTMH, karena potensi daya listrik yang dihasilkan cukup memadai untuk membantu masyarakat yang belum tersambung dengan PLN.
5. Kebutuhan listrik di Desa sriharjo dan desa Kebonagung yang masih belum mendapatkan pasokan dari PLN dengan hasil daya yang terbangkit dari PLTMH cukup memadai untuk menutup kekurangan listrik. Pendistribusian listrik dari daya yang di hasilkan oleh PLTMH harus mengutamakan rumah yang belum tersambung dengan PLN, sisa daya dapat di gunakan untuk keperluan pengembangan industri kecil, pariwisata dan penerangan jalan agar tidak menimbulkan konflik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ance Gunarsih. 2006. *Klimatologi Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Bagus Asfani F. 2013. *Imbangan Air Bendung Tegal Sebagai Sumber Irigasi Di Desa Kebonagung Dan Sekitarnya Kecamatan Imogiri Kabupaten Bantul Tahun 2013. Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Yogyakarta
- Bambang Triatmodjo. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Bappeda. 2012. *Database Profil Daerah Kabupaten Bantul Tahun 2012*. Bantul: Bappeda Kabupaten Bantul.
- Bayong Tjasyono HK. 2004. *Klimatologi*. Bandung: Institut Teknik Bandung (ITB).
- Bintarto dan Surastopo. 1979. *Metode Analisis Geografi*. Jakarta: Lembaga Penelitian, Pendidikan, dan Penerangan Ekonomi dan Sosial (LP3ES)
- _____. 1981. *Metode Analisa Geografi*. Jakarta: Lembaga Penelitian, Pendidikan, dan Penerangan Ekonomi dan Sosial (LP3S)
- Chay Asdak. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Clifford Geertz. 1989. *Involusi Pertanian (Alih Bahasa: Supomo)*. Jakarta: Bhatara Karya Aksara.
- Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. 2008. *Pedoman Teknis Standardisasi Peralatan dan komponen Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hirdo (PLTMH)*. Jakarta: Ditjen Listrik dan Pemanfaatan Energi
- Hadi Sabari Yunus. 2010. *Metodologi Penelitian Wilayah Kontemporer*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Hasan Basri Jumin. 2010. *Dasar-Dasar Agronomi*. Jakarta: Rajawali Pres.
- Harvey, A. 1993. *Micro – Hydro Design Manual: A Guide to small – scale Waterpower Schemes*. IT Publications, London
- Ig. L. Setyawan Purnama,dkk 2012. *Analisis Neraca Air di DAS Kupang dan Sengkarang*. Hasil Penelitian UGM Yogyakarta: RedCarpet Studio.

- Israelsen, O.W., V. E Hansen dan G.E. Stringham. 1986. *Dasar-Dasar dan Praktek Irigasi* (Alih bahasa: Endang Pipin Tachyan). Jakarta: Erlangga.
- Moh. Nazir. 2011. *Metode Penelitian*. Bogor: Ghalia Indonesia
- M. Woro. Nugroho. 2009. *Studi Potensi Kelayakan Saluran Irigasi Kabupaten Klaten Sebagai PLTMH Dengan Analisa Dan Rancangan Bangun Kincir Ismun*. Tesis. Yogyakarta :Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
- Masri Singarimbun dan Sofian Efendi. 1989. *Metode Penelitian Survei*. Jakarta: Lembaga Penelitian, Pendidikan, dan Penerangan Ekonomi dan Sosial (LP3ES)
- Nursid Sumaatmadja. 1981. *Studi Geografi Suatu Pendekatan Dan Analisa Keruangan*. Bandung: Alumni
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2005 Tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 10 Tahun 1989 Tentang Penyediaan Dan Pemanfaatan Tenaga Listrik
- Rachman Sutanto. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*, Yogyakarta: Kanisius
- Radjulaini. 2009. *Panduan Perencanaan Sistem Jaringan Irigasi*. Diakses dari http://file.upi.edu/Direktori/FPTK/JUR._PEND.TEKNIK_SIPIL/194607061980021-RADJULAINI/PERENCANAAN_IRIGASI/PERENCANAAN_SISTEM_IRIGASI.pdf pada tanggal 20 Januari 2014 pada pukul 21.10 WIB.
- Robert J. Kodoatie. 2008. *Pengelolaan Sumber Daya Ai Terpadu*. Yogyakarta: Andi Offset
- Robert J. Kodoatie dan Sjarief roestam. 2010. *Tata Ruang Air*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Sitanala Arsyad. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB
- Siti Chadijah dan Wiyoto. 2011. *Konsep Teknologi (Renewable Energy)*. Jakarta: Genta Pustaka
- Soewarno. 1991. *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*. Bandung: Nova.
- Sri Harto.B.R. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia
- Subroto, 1985. *Sistem Pertanian Tradisional Pada Masyarakat Jawa Tinjauan Secara Arkeologis dan Etnografis*, Yogyakarta: Anonym

Suci Kusmiyati. 2006. *Evaluasi Kebutuhan Air Waduk Sempor Untuk Irigasi Di Kecamatan Sempor Kabupaten Kebumen. Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gajah Mada.

Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta

Suharsimi Arikunto. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta

Suharyono dan Moch. Amien. 2013. *Pengantar Filsafat Geografi*. Yogyakarta: Penerbit Ombak

Tim Inti Perencanaan Desa Sriharjo. 2009. *Rencana Penataan Permukiman tahun 2009-2014*. Bantul: Bappeda Kabupaten Bantul.

Tim KKN Tematik Kewirausahaan UAJY. 2011. *Kebonagung Image Of Traditional Learning and Leisure*, Yogyakarta: Puswira Yogyakarta. Diakses dari <http://www.scribd.com/doc/53492359/Profil-Desa-Kebonagung> pada tanggal 8 Januari 2014 pada pukul 20.22 WIB.

Vicky Richard M, dkk. 2013. *Perencanaan Bendung Untuk Daerah Irigasi Sulu. Jurnal*. Manado: Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi Manado

Lampiran 1.

Data Curah Hujan Per 15 Harian Stasiun Dogongan Tahun 2005-2013 (mm)

No.	Bulan		Curah Hujan (mm)									Jmlh	Rata-rata
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		
1	Jan	I	59	89	23	254	156	133	114	268	217	1313	145,89
2		II	129	359	65	54	127	82	148	95	70	1129	125,44
3	Feb	I	104	171	31	164	232	129	125	116	75	1147	127,44
4		II	121	208	169	110	103	50	130	46	65	1002	111,33
5	Mar	I	24	133	135	221	0	85	132	90	105	925	102,78
6		II	140	649	721	109	64	103	161	107	45	2099	233,22
7	Apr	I	72	170	50	96	30	108	197	20	60	803	89,22
8		II	27	95	53	17	61	101	50	17	15	436	48,44
9	Mei	I	0	32	0	30	5	129	106	40	0	342	38,00
10		II	0	65	47	5	76	135	0	10	0	338	37,56
11	Jun	I	16	0	0	0	53	35	0	0	20	124	13,78
12		II	113	0	45	0	0	0	0	0	10	168	18,67
13	Jul	I	135	0	0	0	0	45	0	0	30	210	23,33
14		II	5	0	5	0	0	0	0	0	0	10	1,11
15	Agst	I	0	0	0	0	0	15	0	0	0	15	1,67
16		II	0	0	0	0	0	30	0	0	5	35	3,89
17	Sep	I	0	0	0	0	0	144	0	0	0	144	16,00
18		II	2	0	0	0	0	87	0	0	0	89	9,89
19	Okt	I	50	0	0	37	0	10	0	5	0	102	11,33
20		II	86	0	0	135	55	99	10	25	20	430	47,78
21	Nov	I	110	13	226	165	0	105	40	15	90	764	84,89
22		II	98	32	10	141	69	63	20	75	158	666	74,00
23	Des	I	140	33	263	155	10	149	65	91	60	966	107,33
24		II	214	177	419	110	87	124	205	208	328	1872	208,00
	Jumlah		1645	2226	2262	1803	1128	1961	1503	1228	1373		
	Rata-rata		68,54	92,75	94,25	75,12	47,00	81,70	62,62	51,16	57,20		

Lampiran 2.

Data Curah Hujan Per Bulan Stasiun Dogongan Tahun 2005-2013 (mm)

No.	Bulan	Curah Hujan (mm)									Jumlah (mm)	Rata-Rata
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		
1	Januari	188	448	88	308	283	215	262	363	227	1746	264,67
2	Februari	225	379	200	274	335	179	255	162	140	1545	238,78
3	Maret	164	782	428	330	64	188	293	197	150	1650	288,44
4	April	99	265	103	113	91	209	247	37	75	875	137,67
5	Mei	0	97	74	35	81	264	106	50	0	610	78,56
6	Juni	129	0	45	0	53	35	0	0	30	163	32,44
7	Juli	140	0	5	0	0	45	0	0	30	80	24,44
8	Agustus	0	0	0	0	0	45	0	0	5	50	5,56
9	September	2	0	0	0	0	231	0	0	0	231	25,89
10	Oktober	136	0	0	172	55	109	10	30	20	396	59,11
11	November	208	45	236	306	69	168	60	90	248	1177	158,89
12	Desember	354	210	682	265	0	273	270	299	388	2177	304,56
Jumlah		1645	2226	1861	1803	1031	1961	1503	1228	1313	10700	
Rata-rata		137,08	185,50	155,08	150,25	85,92	163,42	125,25	102,33	109,42	891,67	

Lampiran 3

Data Debit Aliran Bendung Tegal Harian (m³/detik)
Tahun 2005

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agsts	Sept	Okt	Nov	Des
1	14,40	10,72	11,65	11,72	0,16	7,11	6,23	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
2	14,40	8,88	10,72	11,72	0,16	6,18	6,23	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
3	9,62	9,80	9,80	9,87	0,16	6,26	5,31	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
4	9,62	10,72	9,80	9,87	0,16	8,03	5,31	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
5	11,47	9,72	8,80	9,95	0,16	7,19	4,39	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
6	11,47	9,80	8,80	10,83	0,16	5,26	4,39	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
7	12,47	11,25	9,40	10,83	0,16	5,30	3,46	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
8	13,39	9,40	10,32	12,64	0,16	5,30	3,46	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
9	14,32	8,48	11,25	12,64	0,16	5,30	3,46	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
10	14,32	9,40	9,40	3,57	0,16	7,15	4,39	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
11	15,24	10,32	9,40	8,95	0,16	6,18	3,46	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
12	13,31	13,09	10,32	3,57	0,16	6,18	4,35	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
13	13,31	11,25	9,40	3,57	0,16	5,30	4,35	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
14	13,31	10,32	10,64	8,95	0,16	5,30	5,27	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
15	14,24	10,32	8,88	8,95	0,16	5,30	5,31	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
16	11,55	11,08	9,80	7,94	0,16	7,99	4,35	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
17	11,55	10,15	8,88	11,72	0,16	7,99	4,35	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
18	12,47	10,47	9,80	12,60	0,16	7,15	5,27	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
19	1,55	9,55	8,88	13,52	0,16	6,18	5,27	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
20	13,39	9,55	9,80	11,72	0,16	6,22	4,39	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
21	10,62	9,63	10,32	11,76	0,16	7,11	3,46	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
22	9,66	11,48	11,25	10,88	0,16	7,11	3,42	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
23	9,66	11,48	9,40	11,80	0,16	8,99	5,27	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
24	11,51	8,71	9,40	11,80	0,16	7,99	4,35	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
25	11,51	10,15	10,32	9,87	0,16	7,99	5,19	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
26	11,63	9,23	11,25	9,87	0,16	7,99	5,19	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
27	12,55	12,00	10,32	8,95	0,16	7,15	6,23	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
28	11,63	12,92	11,57	8,95	0,16	6,22	5,31	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
29	13,47		11,57	7,94	0,16	6,22	4,35	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
30	13,47		9,72	7,94	0,16	6,22	4,35	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
31	13,35		9,80		0,16		3,42	0,16		0,00		0,00

Lampiran 4

Data Debit Aliran Bendung Tegat Harian (m³/detik)
Tahun 2006

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agsts	Sep	Okt	Nov	Des
1	7,94	15,49	17,23	17,12	7,11	5,27	3,42	6,27	8,56	0,00	4,86	0,00
2	8,95	9,03	14,23	9,81	7,11	5,27	3,42	6,27	7,19	0,00	4,86	0,00
3	7,10	9,95	14,39	9,81	6,19	4,34	4,34	7,19	7,19	0,00	5,49	0,00
4	14,49	9,95	14,39	14,42	6,19	6,11	4,34	7,19	7,19	0,00	4,74	0,00
5	12,64	16,41	12,40	14,42	6,27	5,19	3,34	7,19	5,53	0,00	4,74	0,00
6	6,18	11,80	16,23	14,50	4,34	5,19	3,34	6,19	7,03	0,00	4,90	0,00
7	13,40	10,79	16,23	9,93	4,34	4,38	3,42	6,27	7,03	0,00	3,49	0,00
8	8,99	14,49	15,31	9,93	5,19	3,46	4,34	5,35	5,53	0,00	4,90	0,00
9	15,49	17,13	14,39	17,04	5,19	3,34	3,34	6,27	5,53	0,00	4,74	0,00
10	14,53	16,37	12,54	14,46	7,19	4,26	3,42	6,19	5,53	0,00	4,74	0,00
11	7,98	11,76	12,54	11,69	6,27	5,19	6,19	7,11	5,53	0,00	4,74	0,00
12	7,98	14,53	9,89	11,73	6,27	5,35	6,19	6,19	5,49	0,00	4,74	0,00
13	13,64	19,14	8,93	9,89	5,35	5,27	4,34	5,27	5,49	0,00	5,49	0,00
14	7,18	15,41	8,85	8,96	5,27	4,34	4,34	5,27	7,19	0,00	4,74	0,00
15	15,49	12,64	8,89	8,96	5,27	4,34	3,42	6,19	5,53	0,00	4,74	0,00
16	16,41	17,25	11,64	8,41	7,16	4,34	3,42	6,23	5,49	0,00	8,07	0,00
17	9,03	14,49	16,25	8,41	6,23	3,42	3,42	6,23	5,49	0,00	0,00	0,00
18	9,03	13,56	9,79	7,04	6,23	3,42	5,27	8,52	4,86	0,00	0,00	0,00
19	9,91	13,64	9,79	8,41	6,19	3,42	5,27	7,15	4,90	0,00	0,00	0,00
20	10,87	15,33	17,01	8,92	5,27	5,27	6,19	6,23	5,49	0,00	0,00	0,00
21	10,87	12,48	11,56	8,45	5,27	5,19	6,11	6,23	5,37	0,00	0,00	9,97
22	17,17	11,72	9,55	11,65	4,35	4,26	5,27	7,15	4,26	0,00	0,00	12,74
23	7,98	16,33	9,55	9,81	4,35	5,35	5,27	7,15	4,74	0,00	0,00	9,81
24	16,37	15,25	9,83	9,81	3,42	5,35	5,27	7,15	4,38	0,00	0,00	9,05
25	17,29	13,60	9,87	8,49	3,42	4,34	5,35	7,19	4,26	0,00	0,00	12,74
26	8,99	11,60	11,64	8,49	5,31	4,34	3,34	8,56	4,26	0,00	0,00	12,74
27	10,83	13,44	11,64	7,04	5,27	3,42	3,34	8,56	4,38	0,00	0,00	12,74
28	11,72	14,37	9,79	7,04	6,19	3,42	5,19	7,03	4,86	0,00	0,00	9,01
29	15,41		9,87	8,41	5,27	3,42	5,27	8,40	4,86	0,00	0,00	9,05
30	17,17		9,87	6,15	5,27	4,34	5,27	8,40	4,38	0,00	0,00	9,01
31	14,41		9,87		5,27		0,65	8,40		0,00		9,01

Lampiran 5

Data Debit Aliran Bendung Tegal Harian (m³/detik)
Tahun 2007

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agsts	Sep	Okt	Nov	Des
1	9,07	12,58	8,58	8,58	7,13	7,10	0,00	5,38	0,00	0,00	0,00	0,00
2	9,07	12,58	8,58	9,98	7,13	7,10	0,00	5,38	0,00	0,00	0,00	0,00
3	9,07	12,58	11,82	10,02	6,20	6,18	0,00	4,45	0,00	0,00	0,00	0,00
4	9,07	12,58	10,90	8,62	6,20	7,22	0,00	6,30	0,00	0,00	0,00	0,00
5	9,82	12,58	9,90	6,32	6,28	7,22	0,00	6,30	0,00	0,00	0,00	0,00
6	8,95	17,45	9,98	6,32	4,33	8,59	0,00	6,26	0,00	0,00	0,00	0,00
7	8,95	18,54	9,98	8,62	4,33	6,30	0,00	5,34	0,00	0,00	0,00	0,00
8	7,97	18,54	8,42	11,86	5,18	5,38	0,00	4,45	0,00	0,00	0,00	0,00
9	7,97	36,20	11,66	12,66	5,18	5,38	0,00	4,45	0,00	0,00	0,00	0,00
10	9,94	36,20	11,66	12,66	7,18	6,30	0,00	4,33	0,00	0,00	0,00	0,00
11	9,94	36,21	12,74	11,82	6,26	6,10	0,00	5,34	0,00	0,00	0,00	0,00
12	7,97	36,21	12,74	12,74	6,26	8,39	0,00	5,34	0,00	0,00	0,00	0,00
13	7,97	29,91	9,98	10,90	5,34	8,47	0,00	4,45	0,00	0,00	0,00	0,00
14	7,97	28,79	9,90	9,98	5,26	8,47	0,00	3,53	0,00	0,00	0,00	0,00
15	7,97	28,79	9,90	10,02	5,26	6,18	0,00	3,53	0,00	0,00	0,00	0,00
16	8,09	43,05	9,98	10,02	7,14	0,00	5,26	4,45	0,00	0,00	0,00	0,00
17	8,09	43,05	8,58	11,81	6,22	0,00	5,26	4,45	0,00	0,00	0,00	0,00
18	9,05	43,04	8,58	11,86	6,22	0,00	4,33	3,53	0,00	0,00	0,00	0,00
19	9,98	43,04	6,20	10,02	6,18	0,00	4,45	3,53	0,00	0,00	0,00	0,00
20	9,98	49,66	6,20	10,91	5,26	0,00	4,45	3,53	0,00	0,00	0,00	0,00
21	9,98	60,81	8,50	10,79	5,26	0,00	5,38	5,38	0,00	0,00	0,00	0,00
22	12,74	60,80	9,90	11,74	4,33	0,00	6,30	4,41	0,00	0,00	0,00	0,00
23	9,82	48,57	9,90	11,86	4,33	0,00	6,30	4,41	0,00	0,00	0,00	0,00
24	9,05	48,57	11,74	11,86	3,41	0,00	5,38	4,45	0,00	0,00	0,00	0,00
25	12,74	41,93	12,66	11,86	3,41	0,00	5,38	3,53	0,00	0,00	0,00	0,00
26	12,74	41,93	12,66	9,90	5,30	0,00	5,38	3,41	0,00	0,00	0,00	0,00
27	12,74	41,93	9,98	9,98	5,26	0,00	4,45	3,45	0,00	0,00	0,00	0,00
28	9,01	41,93	8,58	9,98	6,18	0,00	4,45	3,45	0,00	0,00	0,00	0,00
29	9,05		8,58	9,98	5,26	0,00	4,45	3,53	0,00	0,00	0,00	0,00
30	9,01		8,58	12,74	5,26	0,00	5,38	3,49	0,00	0,00	0,00	0,00
31	9,01		8,58		5,26		5,38	3,49		0,00		0,00

Lampiran 6

Data Debit Aliran Bendung Tegal Harian (m³/detik)
Tahun 2008

Tanggal	Bulan											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	11,73	8,93	11,86	7,18	3,62	7,40	5,38	6,30	4,45	0,00	0,00	0,00
2	11,73	8,93	11,86	7,18	12,66	7,40	5,38	5,38	4,45	0,00	0,00	0,00
3	13,20	8,93	9,97	6,26	10,02	7,40	4,45	5,38	4,45	0,00	0,00	0,00
4	11,85	9,85	11,86	6,26	8,62	7,40	4,45	5,38	4,41	0,00	0,00	0,00
5	16,42	9,71	10,01	6,22	6,32	6,29	4,45	4,45	4,41	0,00	0,00	0,00
6	14,62	11,78	9,85	7,14	6,32	6,29	4,45	5,38	5,34	0,00	0,00	0,00
7	13,20	11,78	9,01	6,26	8,58	6,29	5,34	6,26	4,45	0,00	0,00	0,00
8	12,65	11,78	9,97	6,26	8,58	6,29	5,34	6,26	4,33	0,00	0,00	0,00
9	11,73	11,70	9,97	6,26	8,58	6,29	6,26	5,34	3,41	0,00	0,00	0,00
10	9,81	11,70	9,01	5,18	9,98	5,37	6,26	6,26	3,49	0,00	0,00	0,00
11	8,41	9,77	8,53	6,18	9,90	5,37	6,26	6,26	3,49	0,00	0,00	0,00
12	8,61	8,85	8,53	6,18	11,74	5,37	6,26	6,26	3,53	0,00	0,00	0,00
13	7,24	8,85	9,01	5,18	11,74	5,37	5,34	5,34	3,53	0,00	0,00	0,00
14	13,20	8,93	9,01	6,18	11,74	5,37	5,34	5,38	3,53	0,00	0,00	0,00
15	11,85	8,93	8,53	6,26	11,81	5,37	5,34	5,38	3,53	0,00	0,00	0,00
16	9,89	8,93	8,57	6,26	9,87	5,37	5,38	5,38	3,52	0,00	0,00	0,00
17	8,49	9,85	8,57	6,26	11,67	5,37	5,38	5,38	3,52	0,00	0,00	0,00
18	7,24	9,93	7,16	5,38	12,64	5,37	5,38	5,38	3,52	0,00	0,00	0,00
19	7,24	9,93	8,43	4,45	11,72	5,37	5,38	4,45	3,52	0,00	0,00	0,00
20	5,39	8,57	7,02	5,34	11,80	4,44	5,38	4,41	3,52	0,00	0,00	0,00
21	11,65	8,57	7,16	5,34	9,95	4,45	4,45	4,41	4,44	0,00	0,00	0,00
22	9,81	7,20	7,08	4,41	9,95	4,45	4,45	4,45	4,44	0,00	0,00	0,00
23	9,08	7,20	8,57	4,41	9,95	4,45	4,45	4,45	4,44	0,00	0,00	0,00
24	13,70	7,16	7,16	6,18	9,95	4,45	4,45	4,45	4,44	0,00	0,00	0,00
25	12,65	7,16	7,16	5,26	8,55	4,45	4,45	4,45	4,44	0,00	0,00	0,00
26	11,73	7,02	6,20	5,30	8,55	4,45	4,45	4,45	4,44	0,00	0,00	0,00
27	11,73	8,39	6,20	6,10	7,41	4,45	4,45	4,45	4,44	0,00	0,00	0,00
28	9,89	8,53	7,16	5,34	7,33	5,38	4,45	4,45	5,37	0,00	0,00	0,00
29	8,41	11,86	6,20	5,34	7,33	5,38	4,45	4,45	5,37	0,00	0,00	0,00
30	8,41		6,20	5,34	7,33	5,38	4,45	4,45	5,37	0,00	0,00	0,00
31	8,41		6,20		7,33		4,45	4,45		0,00		0,00

Lampiran 7

Data Debit Aliran Bendung Tegat Harian (m³/detik)
Tahun 2009

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0,18	11,73	20,87	5,68	11,86	3,58	7,94	3,71	2,79	2,77	2,10	2,81
2	0,18	11,58	20,72	5,68	9,13	3,58	6,78	3,71	2,79	2,81	2,10	2,81
3	0,18	14,46	17,51	1,14	10,47	2,73	7,94	3,71	2,79	2,81	2,85	2,81
4	0,18	13,10	16,09	3,64	10,35	2,69	7,90	2,86	2,04	2,81	2,85	2,81
5	0,18	11,77	11,73	6,73	13,03	2,69	5,65	2,82	2,04	2,06	2,85	2,81
6	0,18	9,12	11,73	9,92	8,97	3,46	5,65	2,82	2,04	2,02	2,10	2,81
7	0,18	7,89	11,81	9,12	10,27	3,54	5,69	2,82	1,41	2,02	1,47	2,81
8	0,18	7,58	19,01	6,69	8,97	2,93	6,78	1,05	1,41	2,02	1,47	2,81
9	0,18	6,54	7,78	5,64	10,31	2,93	6,78	1,05	2,04	2,02	1,47	2,81
10	0,00	7,85	6,77	5,64	10,31	2,93	6,66	3,75	2,04	2,02	1,47	2,81
11	0,18	13,14	14,69	7,89	9,05	2,18	5,57	3,75	2,04	2,77	1,47	2,81
12	0,18	13,14	16,01	6,65	10,43	2,18	6,74	3,75	2,04	2,77	1,47	2,81
13	0,18	11,77	13,22	6,65	9,13	2,93	9,13	3,75	2,79	2,02	1,47	2,81
14	0,18	11,62	11,66	5,60	9,13	2,93	7,90	3,73	2,79	2,02	1,47	2,81
15	0,18	9,12	9,16	5,60	10,43	2,77	7,90	3,73	2,04	2,02	1,47	2,81
16	0,18	9,12	6,77	5,57	10,47	6,58	3,74	4,65	2,04	2,02	2,85	2,81
17	0,18	7,74	6,62	4,67	10,47	6,58	3,74	3,71	2,04	2,02	2,85	2,81
18	0,18	6,58	5,53	4,67	11,66	5,49	3,74	3,71	2,79	2,02	2,14	2,81
19	0,18	6,77	6,77	4,67	11,62	5,53	3,70	2,86	2,79	1,43	2,14	2,81
20	0,18	5,68	7,89	3,53	10,19	5,53	3,70	2,86	2,79	1,43	2,14	2,81
21	0,18	6,65	7,89	0,95	10,23	4,51	2,89	3,67	2,04	1,43	2,14	2,81
22	0,18	6,58	7,74	6,54	10,27	4,67	2,77	3,67	1,41	2,06	2,14	2,81
23	0,18	6,58	6,58	6,54	6,58	3,74	4,55	3,67	1,41	2,06	2,04	2,81
24	0,18	7,89	5,72	12,95	6,56	3,62	3,62	3,67	1,41	11,86	1,47	2,81
25	0,18	7,89	5,72	1,54	6,78	3,74	3,70	5,58	1,41	10,51	1,47	2,81
26	0,00	11,69	9,16	11,54	9,17	3,70	2,85	4,57	2,04	7,94	1,47	2,81
27	0,18	20,80	17,63	17,75	9,17	4,63	2,85	4,57	1,41	6,78	1,47	2,81
28	0,18	28,08	17,74	11,78	6,78	3,70	2,85	4,57	1,41	3,74	3,70	2,81
29	0,18		14,50	9,13	5,65	3,58	2,85	4,57	1,41	3,70	2,81	2,81
30	0,18		11,62	7,82	5,65	3,58	2,85	3,63	1,41	2,85	2,81	2,81
31	0,18		8,97		5,65		2,85	3,63		2,10		2,81

Lampiran 8

Data Debit Aliran Bendung Tegal Harian (m³/detik)
Tahun 2010

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	6,74	6,78	28,18	11,82	7,94	10,39	5,69	2,93	7,94	16,17	13,13	0,00
2	6,74	6,78	22,72	9,17	7,94	7,86	4,67	2,93	7,94	14,69	13,13	0,00
3	7,90	11,82	21,01	7,94	6,78	7,90	4,67	6,77	9,17	11,81	11,76	0,00
4	11,74	11,82	16,11	6,78	5,69	7,90	3,70	6,77	10,43	10,42	9,90	0,00
5	13,15	14,70	14,67	6,74	6,62	5,65	4,63	5,64	16,18	9,12	19,34	0,00
6	13,15	14,58	13,20	5,65	6,78	5,65	6,74	6,73	16,22	9,12	12,72	0,00
7	21,04	13,11	9,14	5,65	10,47	7,94	6,74	4,66	14,70	9,08	12,76	0,00
8	0,72	11,74	17,76	6,74	10,35	13,23	7,90	4,54	13,23	7,85	12,76	0,00
9	0,76	0,68	16,23	6,66	14,70	11,82	6,74	4,58	14,70	13,22	22,77	0,00
10	44,44	0,72	13,24	6,66	13,23	2,03	5,57	3,65	20,96	11,81	21,05	0,00
11	44,44	0,72	11,71	9,13	11,78	9,17	4,55	4,66	19,29	9,16	19,38	0,00
12	35,14	0,72	7,88	10,43	11,62	7,94	4,67	4,66	16,15	7,93	16,11	0,00
13	38,05	0,72	5,45	9,17	10,27	7,94	4,67	5,68	14,70	6,77	9,86	0,00
14	32,04	0,72	5,62	7,94	10,43	5,69	5,69	5,68	28,09	6,73	9,94	0,00
15	28,21	0,72	6,71	7,94	31,96	5,69	5,69	6,77	26,24	6,73	9,15	0,00
16	28,17	35,99	6,75	7,94	35,91	5,69	4,67	6,58	24,52	19,40	14,67	0,00
17	30,07	35,99	5,66	7,94	33,74	5,69	3,70	5,49	24,52	17,83	13,21	0,00
18	35,99	42,27	5,66	6,78	28,09	6,78	3,70	5,53	21,04	14,69	13,21	0,00
19	0,64	42,19	4,64	6,78	28,17	5,69	3,74	4,51	19,37	11,77	9,86	0,00
20	0,64	0,64	4,64	4,67	26,32	5,57	2,89	20,92	16,18	10,42	9,15	0,00
21	44,36	0,72	3,50	5,57	24,52	4,63	4,55	26,20	14,58	6,77	11,80	0,00
22	33,94	0,72	4,43	7,94	17,59	3,70	5,69	27,93	14,58	5,68	11,80	0,00
23	31,96	0,72	2,82	7,94	13,03	4,63	5,69	39,98	14,66	7,81	21,05	0,00
24	22,71	0,68	2,82	11,78	11,62	4,67	4,67	44,28	89,19	7,93	19,38	0,00
25	22,75	0,68	5,66	10,43	11,82	3,74	3,70	42,15	83,56	14,65	12,72	0,00
26	30,07	0,68	11,79	9,17	13,23	3,74	3,70	42,11	53,30	14,65	14,63	0,00
27	28,17	0,68	10,44	6,78	11,82	3,74	3,70	39,98	35,95	16,17	9,90	0,00
28	19,37	0,68	10,44	6,78	9,09	4,67	2,89	53,78	22,71	19,36	9,15	0,00
29	19,37		9,14	6,78	10,39	3,74	2,89	22,59	19,33	17,74	9,94	0,00
30	14,66		7,74	5,69	10,47	3,74	2,89	20,88	12,75	17,74	13,17	0,00
31	11,78		7,74		14,69		2,77	17,59		17,74		0,00

Lampiran 9

Data Debit Aliran Bendung Tegat Harian (m³/detik)
Tahun 2011

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,16	2,23	0,00	0,00	0,00
2	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,16	2,23	0,00	0,00	0,00
3	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,16	2,23	0,00	0,00	0,00
4	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,16	2,23	0,00	0,00	0,00
5	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,16	2,23	0,00	0,00	0,00
6	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,16	2,23	0,00	0,00	0,00
7	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,16	2,23	0,00	0,00	0,00
8	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,16	2,23	0,00	0,00	0,00
9	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,16	2,23	0,00	0,00	0,00
10	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,16	2,23	0,00	0,00	0,00
11	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,16	2,23	0,00	0,00	0,00
12	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,16	2,23	0,00	0,00	0,00
13	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,16	2,23	0,00	0,00	0,00
14	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,16	2,23	0,00	0,00	0,00
15	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,16	2,23	0,00	0,00	0,00
16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,15	2,23	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,15	2,23	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,15	2,23	0,00	0,00	0,00
19	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,15	2,23	0,00	0,00	0,00
20	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,15	2,23	0,00	0,00	0,00
21	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,15	2,23	0,00	0,00	0,00
22	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,15	2,23	0,00	0,00	0,00
23	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,15	2,23	0,00	0,00	0,00
24	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,15	2,23	0,00	0,00	0,00
25	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,15	2,23	0,00	0,00	0,00
26	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,15	2,23	0,00	0,00	0,00
27	0,16	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,15	2,23	0,00	0,00	0,00
28	0,16	0,16	0,00	0,15	0,17	0,16	0,14	0,15	2,23	0,00	0,00	0,00
29	0,16		0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,15	2,23	0,00	0,00	0,00
30	0,16		0,16	0,15	0,17	0,16	0,14	0,15	2,23	0,00	0,00	0,00
31	11,78		7,74		14,69		2,77	17,59		17,74		0,00

Lampiran 10

Data Debit Aliran Bendung Tegal Harian (m³/detik)
Tahun 2012

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0,14	94,62	44,52	14,61	17,69	8,01	6,76	5,73	2,13	2,13	4,75	11,82
2	0,14	94,62	34,01	16,20	44,39	6,84	6,78	5,67	2,13	3,83	4,71	9,17
3	0,14	67,98	24,55	16,20	17,66	6,84	6,78	5,67	2,13	2,98	4,71	11,82
4	0,14	67,98	24,43	24,54	17,66	6,84	5,69	5,59	2,13	2,98	3,82	9,17
5	0,14	67,98	24,43	36,02	11,69	6,84	5,69	5,59	2,13	3,83	5,77	9,17
6	0,14	24,52	34,01	68,01	11,69	6,84	5,69	5,59	2,13	3,83	5,77	9,17
7	0,14	24,52	44,47	24,46	44,35	6,84	5,73	5,43	2,09	1,51	8,02	11,82
8	0,14	24,52	44,47	17,69	44,35	11,84	5,73	5,43	2,09	2,89	4,75	36,03
9	0,14	9,21	67,97	17,73	24,43	11,84	6,78	6,53	2,09	1,51	3,82	16,26
10	0,14	9,21	67,97	21,02	14,61	7,92	6,82	5,67	2,09	0,76	3,82	21,12
11	0,14	9,21	33,93	24,46	14,61	7,92	6,82	4,66	2,09	0,76	11,90	11,86
12	0,14	94,70	44,39	14,60	14,61	6,76	7,98	4,62	2,13	2,18	3,82	9,17
13	0,14	67,94	24,59	14,60	14,61	6,76	7,98	4,62	2,13	2,17	3,82	9,17
14	0,14	9,09	24,59	14,64	14,61	7,92	7,98	4,62	2,13	2,17	3,82	14,70
15	0,14	9,09	24,59	11,77	11,69	7,92	7,98	4,62	1,54	2,92	3,82	14,70
16	0,14	9,17	24,59	11,77	11,69	7,96	7,94	4,62	1,54	2,92	14,66	11,82
17	0,14	44,48	24,55	11,77	11,69	6,80	7,94	3,72	2,87	2,81	3,71	16,22
18	0,14	24,56	19,40	11,77	11,69	6,80	7,94	3,68	2,87	2,81	10,51	24,56
19	0,14	9,17	19,40	21,02	14,57	0,00	7,94	3,68	2,87	4,59	10,51	13,23
20	0,14	68,02	36,02	11,81	14,57	0,00	7,94	3,68	2,87	4,59	28,01	21,08
21	0,14	94,78	67,97	11,81	11,73	0,00	7,94	3,72	2,87	4,59	9,17	24,60
22	0,14	159,16	36,02	9,16	11,73	0,00	6,82	3,72	2,13	4,71	6,78	13,27
23	0,14	44,28	24,55	9,16	9,08	0,00	6,82	2,87	2,13	3,78	5,69	16,26
24	0,14	44,32	24,51	9,08	9,20	6,84	5,73	2,83	2,87	3,78	28,13	9,21
25	0,14	44,48	21,03	9,08	9,32	6,80	7,94	2,83	2,13	3,78	31,96	9,17
26	0,14	94,82	21,03	11,73	9,32	6,80	6,78	2,83	2,17	2,93	24,48	21,08
27	0,14	68,10	21,03	11,73	7,93	7,96	6,78	2,83	2,17	2,97	11,82	11,82
28	0,14	24,60	21,07	11,77	7,93	7,92	5,69	2,87	2,17	3,82	11,86	14,70
29	0,14		16,21	9,12	7,93	7,92	6,82	2,87	2,91	4,75	9,21	44,44
30	0,14		14,69	9,12	7,97	6,76	5,73	4,66	2,17	2,97	9,21	24,52
31	0,14		14,69		7,97		5,73	2,87		2,97		44,52

Lampiran11

Data Debit Aliran Bendung Tegal Harian (m³/detik)
Tahun 2013

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	94,72	17,82	17,83	14,70	11,85	0,00	17,78	7,94	5,72	2,96	6,82	9,17
2	31,98	16,25	17,83	24,56	11,85	0,00	17,78	7,94	5,72	3,80	6,82	9,17
3	0,00	16,25	17,79	24,56	9,20	0,00	14,69	7,94	5,72	3,80	6,82	9,17
4	44,46	11,07	44,48	44,48	9,20	0,00	14,69	6,78	5,76	2,99	5,73	9,17
5	67,96	24,51	40,18	44,44	9,24	0,00	11,86	6,78	5,76	2,99	5,73	9,21
6	44,37	78,41	68,06	32,00	9,24	0,00	11,86	6,78	4,75	2,99	5,73	7,98
7	0,00	68,06	24,60	44,44	9,24	16,26	11,86	6,78	4,75	2,18	5,73	7,98
8	44,41	44,51	24,60	32,00	11,85	16,26	9,21	6,78	4,75	2,18	14,74	9,17
9	44,41	24,55	24,60	24,56	9,20	24,60	13,28	6,78	4,75	2,18	14,74	19,41
10	24,53	24,55	24,60	24,56	9,20	0,00	13,28	6,78	4,75	2,18	14,74	11,82
11	24,53	21,11	21,12	24,52	9,20	21,12	17,82	6,82	4,75	2,96	17,83	11,82
12	17,80	21,11	21,12	35,99	13,30	21,08	14,73	6,82	4,75	2,96	44,52	44,43
13	24,53	68,02	16,26	21,04	9,24	14,70	14,73	6,82	4,75	3,80	14,70	24,52
14	68,00	44,43	21,12	21,08	10,54	36,03	16,25	6,82	4,75	3,80	14,70	33,98
15	24,52	63,07	17,83	40,18	16,29	17,79	16,24	6,82	4,75	2,96	24,56	19,37
16	44,44	24,60	17,83	21,03	11,85	17,79	14,72	5,72	4,74	2,96	44,48	16,18
17	24,44	21,08	17,83	17,74	11,85	35,99	13,26	5,72	4,74	2,96	43,76	16,18
18	67,98	24,56	14,74	58,18	16,25	24,52	11,85	5,72	4,74	2,96	28,17	16,18
19	44,40	44,48	24,60	24,51	16,21	24,52	11,85	5,72	4,74	3,80	23,80	16,18
20	67,98	44,48	44,48	24,51	14,69	40,14	9,20	5,72	2,95	3,80	16,18	0,00
21	3,94	36,07	24,56	58,18	14,69	68,02	9,16	5,72	2,95	3,80	24,52	67,30
22	48,88	36,07	9,17	21,07	13,22	28,21	9,16	5,72	2,95	2,96	11,78	28,01
23	35,99	36,07	9,17	21,07	44,47	28,21	9,16	5,72	4,74	2,96	9,21	31,84
24	35,99	36,07	9,17	17,78	14,65	17,79	13,27	5,72	4,74	2,96	9,21	28,01
25	24,44	63,12	16,26	14,73	14,65	24,60	11,85	5,72	3,81	2,96	14,74	19,21
26	83,72	24,56	21,12	14,73	48,87	14,74	11,85	5,72	3,81	3,80	14,74	16,14
27	24,48	24,56	14,74	11,85	17,78	14,74	10,49	5,72	3,81	3,80	11,86	16,14
28	36,03	24,56	11,86	11,85	0,00	13,27	9,20	5,72	2,95	5,72	11,86	16,22
29	17,79		9,21	11,85	0,00	13,27	9,20	5,72	2,95	4,70	9,21	16,22
30	17,79		24,56	11,85	0,00	11,86	9,20	6,82	2,95	17,82	9,21	16,22
31	17,79		24,56		0,00		9,20	6,82		17,82		44,47

Lampiran 12

Data Debit Aliran Bendung Tegal Per 15 Harian Tahun 2005-2013 (m³/15harian)

NO.	Bulan		Tahun									Jumlah	Rata-rata
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		
1	Jan	I	12,70	10,29	8,33	11,21	0,16	19,72	0,16	0,14	36,59	99,30	11,03
2		II	10,89	12,20	9,53	9,11	0,16	22,88	0,83	0,14	36,69	102,43	11,38
3	Feb	I	10,08	13,13	22,80	9,55	10,17	5,86	0,16	44,48	35,63	151,86	16,87
4		II	8,36	11,03	37,53	7,02	7,81	9,73	0,13	45,17	27,01	153,79	17,09
5	Mar	I	9,71	12,67	9,94	9,21	13,38	13,44	0,16	36,95	26,17	131,63	14,63
6		II	9,92	10,68	8,80	6,64	8,59	5,94	0,59	24,83	17,74	93,73	10,41
7	Apr	I	8,68	11,72	9,51	5,76	5,60	7,33	0,15	21,88	29,62	100,25	11,14
8		II	9,37	7,51	9,80	4,53	6,35	6,51	0,14	10,09	20,74	75,04	8,34
9	Mei	I	0,16	5,34	5,34	8,80	9,55	10,53	0,17	20,74	10,43	71,06	7,90
10		II	0,16	4,79	4,78	8,94	7,99	18,23	1,04	9,70	14,83	70,46	7,83
11	Jun	I	5,57	4,29	6,43	5,62	2,33	7,21	0,16	7,22	11,10	49,93	5,55
12		II	6,30	3,51	-	4,01	3,78	3,85	0,15	4,14	23,45	49,19	6,15
13	Jul	I	4,11	3,62	-	4,78	6,44	4,92	0,14	6,12	14,24	44,37	5,55
14		II	4,16	4,15	4,54	4,14	2,77	3,29	0,27	6,42	10,64	40,38	4,49
15	Agsts	I	0,16	5,77	4,41	5,08	2,58	4,53	0,16	4,77	6,87	34,33	3,81
16		II	0,16	6,92	3,33	4,03	3,46	25,71	1,20	2,77	5,22	52,80	5,87
17	Sept	I	-	5,84	-	3,48	1,69	15,17	1,33	1,45	4,41	33,37	4,77
18		II	-	4,05	-	3,49	1,25	28,65	1,24	1,68	2,96	43,32	6,19
19	Okt	I	-	-	-	-	1,84	9,47	-	1,79	2,31	15,41	3,85
20		II	-	-	-	-	3,45	13,20	1,07	3,06	4,69	25,47	5,09
21	Nov	I	-	4,33	-	-	1,31	13,72	-	4,46	12,96	36,78	7,36
22		II	-	0,47	-	-	1,58	11,59	-	12,93	17,18	43,75	8,75
23	Des	I	-	-	-	-	2,29	-	-	13,07	15,16	30,52	10,17
24		II	-	6,87	-	-	2,29	-	-	19,42	22,33	50,91	12,73
Jumlah			100,49	149,18	145,07	115,40	106,82	261,48	9,25	303,42	408,97		
Rata-Rata			6,28	7,10	10,36	6,41	4,45	11,89	0,49	12,64	17,04		

Lampiran 13

Perhitungan Daya Listrik Yang Dihasilkan

- Contoh perhitungan untuk debit 4,27 m³/detik

Diketahui :

$$Q = 4,27 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\rho = 1 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$h = 9 \text{ m}$$

Ditanyakan : potensi daya air / W ?

Jawab :

$$W = Q \rho g h$$

$$W = 4,27 \times 1 \times 9,81 \times 9$$

$$= 558,9 \text{ Kw.}$$

Lampiran 14

Perhitungan Efisiensi Mikrohidro

- Contoh perhitungan untuk debit 4,27 m³/detik

$$Et = 0,95 \times 0,8 \times 0,85$$

$$= 0,65 \text{ atau } 65\%$$

Diketahui:

$$Q = 4,27 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$h = 9 \text{ m}$$

$$Et = 65\% = 0,65$$

Ditanyakan : Pnetto ?

Jawab :

$$Pnetto = g \times Q \times h \times Et$$

$$= 9,81 \times 4,27 \times 9 \times 0,65$$

$$= 244,8 \text{ Kw}$$

Lampiran 15

Data Suhu Per 15 Harian Stasiun Barongan Tahun 2005-2013 (°C)

No.	Bulan		Tahun									Jumlah	Rata-rata
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		
1	Jan	I	26,87	27,60	27,60	29,14	30,53	29,13	0,00	26,27	28,06	225,21	25,02
2		II	26,71	26,78	26,78	29,34	30,78	29,54	0,00	26,75	28,34	225,03	25,00
3	Feb	I	26,45	27,28	27,28	29,25	30,77	29,37	0,00	26,66	28,65	225,71	25,08
4		II	26,69	27,23	27,23	29,00	30,73	29,50	0,00	26,69	28,41	225,47	25,05
5	Mar	I	34,10	27,04	28,46	29,39	30,97	29,93	0,00	27,89	28,82	236,60	26,29
6		II	27,42	27,11	27,51	29,08	30,81	29,91	0,00	27,78	29,09	228,70	25,41
7	Apr	I	26,60	14,20	24,33	28,94	30,53	30,13	0,00	28,30	29,11	212,16	23,57
8		II	26,94	17,09	0,00	29,49	29,70	30,37	0,00	28,51	29,33	191,43	21,27
9	Mei	I	27,20	0,00	0,00	29,15	31,10	29,47	0,00	27,92	29,53	174,37	19,37
10		II	27,01	0,00	0,00	29,44	30,04	29,78	0,00	28,17	28,36	172,79	19,20
11	Jun	I	26,94	0,00	0,00	29,12	30,97	30,43	36,20	27,61	27,32	208,58	23,18
12		II	26,70	0,00	0,00	29,49	31,23	30,67	24,41	33,29	28,57	204,36	22,71
13	Jul	I	23,98	0,00	0,00	27,50	31,17	30,83	26,33	25,89	27,72	193,41	21,49
14		II	27,72	0,00	0,00	25,68	29,31	30,91	26,40	26,09	27,05	193,15	21,46
15	Agst	I	25,83	0,00	0,00	26,04	30,07	30,67	25,87	26,39	26,40	191,27	21,25
16		II	26,14	0,00	0,00	26,65	29,41	38,66	24,31	26,46	27,61	199,23	22,14
17	Sept	I	26,09	0,00	0,00	26,03	30,60	30,43	26,11	27,19	28,00	194,45	21,61
18		II	27,46	0,00	0,00	25,66	30,50	30,10	27,29	28,05	27,77	196,83	21,87
19	Okt	I	26,90	28,57	0,00	26,31	30,10	30,43	27,82	28,88	28,28	227,29	25,25
20		II	27,03	28,33	0,00	27,57	30,47	30,31	29,43	28,37	29,05	230,55	25,62
21	Nov	I	27,03	27,93	20,98	29,60	30,87	0,00	27,34	29,17	28,51	221,43	24,60
22		II	27,53	28,35	28,07	30,50	29,77	0,00	28,17	28,87	27,20	228,46	25,38
23	Des	I	27,15	27,86	29,13	30,03	30,13	0,00	36,76	28,21	28,07	237,33	26,37
24		II	26,37	27,08	29,18	30,03	29,91	0,00	26,88	28,11	27,16	224,73	24,97

Lampiran 16
Perhitungan Evaporasi

No.	Bulan		Suhu rata-rata		Eo
1	Jan	I	25,02	4,8	120,11
2		II	25,00		120,01
3	Feb	I	25,08		120,38
4		II	25,05		120,25
5	Mar	I	26,29		126,19
6		II	25,41		121,97
7	Apr	I	23,57		113,15
8		II	21,27		102,09
9	Mei	I	19,37		93,00
10		II	19,20		92,16
11	Jun	I	23,18		111,24
12		II	22,71		108,99
13	Jul	I	21,49		103,15
14		II	21,46		103,02
15	Agsts	I	21,25		102,01
16		II	22,14		106,26
17	Sept	I	21,61		103,71
18		II	21,87		104,98
19	Okt	I	25,25		121,22
20		II	25,62		122,96
21	Nov	I	24,60		118,09
22		II	25,38		121,84
23	Des	I	26,37		126,58
24		II	24,97		119,86

Lampiran 17

Kebutuhan Air Konsumtif (CWR) Desa Kebonagung dan Sriharjo (mm/15 harian)

Bulan		Tanaman	Masa Pertumbuhan	E _o (mm)	K _c	CWR (mm)
Nov	I	Padi Ir.64	Persiapan Lahan	118,09	1	118,09
	II	Padi Ir.64	Penggenangan, Penjenuhan	121,84	1	121,84
Des	I	Padi Ir.64	Persemaian	126,58	1	126,58
	II	Padi Ir.64	Pertumbuhan vegetatif	119,86	1,1	131,85
Jan	I	Padi Ir.64	Pertumbuhan vegetatif	120,11	1,1	132,12
	II	Padi Ir.64	Pertumbuhan vegetatif	120,01	1,1	132,01
Feb	I	Padi Ir.64	Pertumbuhan vegetatif	120,38	1,35	162,51
	II	Padi Ir.64	Pembuahan s/d masak	120,25	0,8	96,20
Mar	I	-	-	-	-	
	II	Padi Ir.64	Persiapan Lahan	121,97	1	121,97
Apr	I	Padi Ir.64	Penggenangan, Penjenuhan	113,15	1	113,15
	II	Padi Ir.64	Persemaian	102,09	1	102,09
Mei	I	Padi Ir.64	Pertumbuhan vegetatif	93	1,1	102,30
	II	Padi Ir.64	Pertumbuhan vegetatif	92,16	1,1	101,38
Jun	I	Padi Ir.64	Pertumbuhan vegetatif	111,24	1,1	122,36
	II	Padi Ir.64	Pertumbuhan vegetatif	108,99	1,35	147,14
Jul	I	Padi Ir.64	Pembuahan s/d masak	103,15	0,8	82,52
	II	-	-	-	-	
Agst	I	Palawija	Persiapan lahan	102,01	1	102,01
	II	Palawija	Pertumbuhan bibit	106,26	0,4	42,50
Sep	I	Palawija	Pertumbuhan vegetatif	103,71	0,55	57,04
	II	Palawija	Pertumbuhan vegetatif	104,98	0,55	57,74
Okt	I	Palawija	Pembuahan	121,22	0,7	84,85
	II	Palawija	Pemasakan	122,96	0,3	36,89

Lampiran 18

Kebutuhan Air Tiap Petak Sawah (FWR) Desa Kebonagung dan Sriharjo (mm/15 harian).

Bulan		Tanaman	CWR (mm)	Pg (0,8)	Pj (1,2)	Pe	FWR
Nov	I	Padi Ir.64	118,09	8	12	10	148,09
	II	Padi Ir.64	121,84	8	12	10	151,84
Des	I	Padi Ir.64	126,58	8	12	10	156,58
	II	Padi Ir.64	131,85	8	12	10	161,85
Jan	I	Padi Ir.64	132,12	8	12	10	162,12
	II	Padi Ir.64	132,01	8	12	10	162,01
Feb	I	Padi Ir.64	162,51	8	12	10	192,51
	II	Padi Ir.64	96,20	8	12	10	126,20
Mar	I	-		-	-	-	
	II	Padi Ir.64	121,97	8	12	10	151,97
Apr	I	Padi Ir.64	113,15	8	12	10	143,15
	II	Padi Ir.64	102,09	8	12	10	132,09
Mei	I	Padi Ir.64	102,30	8	12	10	132,30
	II	Padi Ir.64	101,38	8	12	10	131,38
Jun	I	Padi Ir.64	122,36	8	12	10	152,36
	II	Padi Ir.64	147,14	8	12	10	177,14
Jul	I	Padi Ir.64	82,52	8	12	10	112,52
	II	-		-	-	-	
Agst	I	Palawija	102,01	0	12	0	114,01
	II	Palawija	42,50	0	12	0	54,50
Sep	I	Palawija	57,04	0	12	0	69,04
	II	Palawija	57,74	0	12	0	69,74
Okt	I	Palawija	84,85	0	12	0	96,85
	II	Palawija	36,89	0	12	0	48,89

Lampiran 19

Curah Hujan Efektif (mm/15 harian)

Bulan		%	Curah Hujan	Re
Nov	I	70%	84,89	59,42
	II		74,00	51,80
Des	I		107,33	75,13
	II		208,00	145,60
Jan	I		145,89	102,12
	II		125,44	87,81
Feb	I		127,44	89,21
	II		111,33	77,93
Mar	I		102,78	71,95
	II		233,22	163,25
Apr	I		89,22	62,45
	II		48,44	33,91
Mei	I		38,00	26,60
	II		37,56	26,29
Jun	I		13,78	9,65
	II		18,67	13,07
Jul	I		23,33	16,33
	II		1,11	0,78
Agst	I		1,67	1,17
	II		3,89	2,72
Sep	I		16,00	11,20
	II		9,89	6,92
Okt	I		11,33	7,93
	II		47,78	33,45

Lampiran 20

Kebutuhan Air Lahan Pertanian (PWR) Desa Kebonagung dan Sriharjo (mm/15 harian)

Bulan		T	Eo	Kc	CWR	P	Pj	Pe	FWR	Re	FWR-Re	/Esal	PWR
Nov	I	24,6	118,09	1	118,09	8	12	10	148,09	59,42	88,67	70%	126,67
	II	25,38	121,84	1	121,84	8	12	10	151,84	51,80	100,04		142,91
Des	I	26,37	126,58	1	126,58	8	12	10	156,58	75,13	81,45		116,36
	II	24,97	119,86	1,1	131,85	8	12	10	161,85	145,6	16,25		23,21
Jan	I	25,02	120,11	1,1	132,12	8	12	10	162,12	102,12	60,00		85,71
	II	25,00	120,01	1,1	132,01	8	12	10	162,01	87,81	74,20		106,00
Feb	I	25,08	120,38	1,35	162,51	8	12	10	192,51	89,21	103,3		147,57
	II	25,05	120,25	0,8	96,20	8	12	10	126,20	77,93	48,27		68,96
Mar	I	26,29	126,19	-	-	-	-	-	-	71,95	-		-
	II	25,41	121,97	1	121,97	8	12	10	151,97	163,25	-11,28		-16,11
Apr	I	23,57	113,15	1	113,15	8	12	10	143,15	62,45	80,70		115,29
	II	21,27	102,09	1	102,09	8	12	10	132,09	33,91	98,18		140,26
Mei	I	19,37	93,00	1,1	102,30	8	12	10	132,30	26,60	105,7		151,00
	II	19,20	92,16	1,1	101,38	8	12	10	131,38	26,29	105,09		150,13
Jun	I	23,18	111,24	1,1	122,36	8	12	10	152,36	9,65	142,71		203,87
	II	22,71	108,99	1,35	147,13	8	12	10	177,14	13,07	164,07		234,39
Jul	I	21,49	103,15	0,8	82,52	8	12	10	112,52	16,33	96,19		137,41
	II	21,46	103,02	-	-	-	-	-	-	0,78	-		-
Agst	I	21,25	102,01	1	102,01	0	12	0	114,01	1,17	112,84		161,20
	II	22,14	106,26	0,4	42,50	0	12	0	54,50	2,72	51,78		73,97
Sep	I	21,61	103,71	0,55	57,04	0	12	0	69,04	11,20	57,84	82,63	
	II	21,87	104,98	0,55	57,74	0	12	0	69,74	6,92	62,82	89,74	
Okt	I	25,25	121,22	0,7	84,85	0	12	0	96,85	7,93	88,92	127,03	
	II	25,62	122,96	0,3	36,89	0	12	0	48,89	33,45	15,44	22,06	

Lampiran 21

Perhitungan Konversi PWR

Langkah-langkah perhitungan konversi PWR dari mm/hari menjadi liter/detik adalah sebagai berikut:

$$\frac{mm \rightarrow \left(\frac{\dots}{1000}\right) \rightarrow m \rightarrow (x10.000) \rightarrow m^3 \rightarrow (x1000) \rightarrow liter}{(x24) \rightarrow jam \rightarrow (x60) \rightarrow menit \rightarrow (x60) \rightarrow detik} = \dots \text{ Liter/detik}$$

Contoh perhitungan di Bulan November I = 126,67 mm/15 hari

$$\frac{\frac{126,67}{1000} x 10.000 = 1266,7 m^3 x 1000 = liter}{24 x 60 x 60 = 1296000 detik} = \frac{1.266.700}{86.400} = 14,66 \text{ Liter/detik}$$

Lampiran 22
Data Konversi PWR

Bulan		PWR	
		mm/15 hari	liter/detik
Nov	I	126,67	14,66
	II	142,91	16,54
Des	I	116,36	13,47
	II	23,21	2,69
Jan	I	85,71	9,92
	II	106	12,27
Feb	I	147,57	17,08
	II	68,96	7,98
Mar	I	-	-
	II	-16,11	-1,86
Apr	I	115,29	13,34
	II	140,26	16,23
Mei	I	151	17,48
	II	150,13	17,38
Jun	I	203,87	23,60
	II	234,39	27,13
Jul	I	137,41	15,90
	II	-	-
Agst	I	161,2	18,66
	II	73,97	8,56
Sep	I	82,63	9,56
	II	89,74	10,39
Okt	I	127,03	14,70
	II	22,06	2,55

Lampiran 23

Data Konversi Rata-Rata Debit Bendung Tegal

NO.	Bulan		Rata-rata (m ³ /dtk)	Rata-rata (liter/dtk)
1	Jan	I	11,03	11033
2		II	11,38	11381
3	Feb	I	16,87	16873
4		II	17,09	17088
5	Mar	I	14,63	14626
6		II	10,41	10414
7	Apr	I	11,14	11139
8		II	8,34	8338
9	Mei	I	7,9	7896
10		II	7,83	7829
11	Jun	I	5,55	5548
12		II	6,15	6149
13	Jul	I	5,55	5546
14		II	4,49	4487
15	Agsts	I	3,81	3814
16		II	5,87	5867
17	Sept	I	4,77	4767
18		II	6,19	6189
19	Okt	I	3,85	3853
20		II	5,09	5094
21	Nov	I	7,36	7356
22		II	8,75	8750
23	Des	I	10,17	10173
24		II	12,73	12728

Lampiran 24

Data Kebutuhan Air Lahan Pertanian (PWR) Total Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo

Bulan		PWR mm/15 hari	PWR liter/detik	Luas Daerah Irigasi (ha)	PWR total (ltr/dtk)
Nov	I	126,67	14,66	134,4	1970,42
	II	142,91	16,54		2223,04
Des	I	116,36	13,47		1810,04
	II	23,21	2,69		361,04
Jan	I	85,71	9,92		1333,27
	II	106	12,27		1648,89
Feb	I	147,57	17,08		2295,53
	II	68,96	7,98		1072,71
Mar	I				
	II	-16,11	-1,86		-250,60
Apr	I	115,29	13,34		1793,40
	II	140,26	16,23		2181,82
Mei	I	151	17,48		2348,89
	II	150,13	17,38		2335,36
Jun	I	203,87	23,60		3171,31
	II	234,39	27,13		3646,07
Jul	I	137,41	15,90		2137,49
	II				
Agst	I	161,2	18,66		2507,56
	II	73,97	8,56		1150,64
Sep	I	82,63	9,56	1285,36	
	II	89,74	10,39	1395,96	
Okt	I	127,03	14,70	1976,02	
	II	22,06	2,55	343,16	
Jumlah		2490,26	288,22		38737,38
Rata-rata		113,19	12,01		1760,79

Lampiran 25

Imbangan Air Bendung Tegal untuk Irigasi di Desa Kebonagung dan Sekitarnya.
(liter/15 hari)

Bulan		Debit Bendungan	PWR total	Imbangan air
Nov	I	7356	1970,42	5385,58
	II	8750	2223,04	6526,96
Des	I	10173	1810,04	8362,96
	II	12728	361,04	12366,96
Jan	I	11033	1333,27	9699,73
	II	11381	1648,89	9732,11
Feb	I	16873	2295,53	14577,47
	II	17088	1072,71	16015,29
Mar	I			
	II	10414	-250,6	10664,60
Apr	I	11139	1793,4	9345,60
	II	8338	2181,82	6156,18
Mei	I	7896	2348,89	5547,11
	II	7829	2335,36	5493,64
Jun	I	5548	3171,31	2376,69
	II	6149	3646,07	2502,93
Jul	I	5546	2137,49	3408,51
	II			
Agst	I	3814	2507,56	1306,44
	II	5867	1150,64	4716,36
Sep	I	4767	1285,36	3481,64
	II	6189	1395,96	4793,04
Okt	I	3853	1976,02	1876,98
	II	5094	343,16	4750,84
Jumlah		206938	38737,38	149087,62

Lampiran 23

Lampiran 24

Lampiran 25