

RANCANG BANGUN KINCIR AIR BERDASARKAN ANALISIS KEBUTUHAN AIR IRIGASI DI DESA KAWAI, KECAMATAN LINTAU BUO UTARA, KABUPATEN TANAH DATAR

Jodi Febrian¹, Totoh Andayono²

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Email: febrianjodi03@gmail.com

Abstrak: Desa Kawai, merupakan sebuah desa kecil yang berada di daerah ketinggian dengan intensitas curah hujan yang cukup tinggi dan sangat cocok untuk dijadikan sebagai daerah pertanian sehingga melatarbelakangi sebagian besar penduduknya berprofesi sebagai petani. Namun, ketika musim kemarau tiba atau yang biasa terjadi pada pertengahan tahun, sebagian besar lahan mengalami krisis air dan berdampak terhadap penurunan produktivitas hasil pertanian. Sehingga diperlukan suatu teknologi tepat guna berupa kincir air sebagai media alternatif irigasi untuk mengalirkan air sungai yang ada di hilir lahan pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah rancangan kincir air sesuai dengan analisis kebutuhan air irigasi di Desa Kawai, Kecamatan Lintau Buo Utara, Kabupaten Tanah Datar. Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan metode observasi. Pengumpulan data primer dilakukan dengan observasi dan wawancara, serta data sekunder diperoleh dari dinas terkait. Analisis kebutuhan air irigasi menggunakan metode Penman Modifikasi KP-01. Perencanaan kincir air di desain menggunakan software Auto-CAD dengan mengacu kepada hasil analisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kincir air yang dirancang memiliki diameter 4m dengan lebar 50 cm. Pemodelan kincir dibuat dengan menggunakan skala 1:8 untuk dilakukan pengujian. Berdasarkan perhitungan kebutuhan air irigasi maksimum sebesar 0,271 m³/detik, dengan efisiensi irigasi minimum sebesar 60%. Maka untuk mencapai kebutuhan air 100%, kincir air harus bisa memasok sebesar 40% kebutuhan air maksimum atau sebesar 0,108 m³/detik. Namun pada hasil pengujian, kincir hanya dapat memasok kebutuhan air sebesar 0,88% - 5,88%.

Kata Kunci: Rancang Bangun, Kebutuhan Air Irigasi, Kincir Air.

Abstract: Kawai Village, is a small village located in an altitude area with a fairly high intensity of rainfall and is very suitable to be used as an agricultural area where most of the populations work as farmers. However, when Kawai Village receives less rainfall especially during summer which usually happens in the middle of the year, most part of this village experiences water crisis and eventually decreases agricultural productivity. Hence, an appropriate technology is needed as an alternative medium to ensure the agricultural land have plentiful flow of irrigation water from the river to make enough harvest especially during dry season. As such, waterwheel is seen to be the most appropriate technology needed. This study aims to produce a waterwheel design in accordance with the analysis of irrigation water needs in Kawai Village, North Lintau Buo District, Tanah Datar Regency. This research is done quantitatively with observation method. Primary data was collected by observation and interviews, and secondary data was obtained from the relevant agencies. The Modified Penman KP-01 method was used for irrigation water needs analysis. The waterwheel planning was designed using Auto-CAD software by referencing to the results of the analysis. The results showed that the designed waterwheel has a diameter of 4m and a width of 50 cm. The wheel model was made using a 1:8 scale for testing. Based on the calculation of the maximum irrigation water requirement of 0.271 m³/second, with a minimum irrigation efficiency of 60%. So to achieve 100% water demand, the water wheel must be able to supply 40% of the maximum water demand or 0.108 m³/second. However, on the test results, the waterwheel can only supply water needs of 0.88% - 5.88%.

Keywords: Design, Irrigation Water Needs, Waterwheel.

PENDAHULUAN

Irigasi merupakan salah satu upaya dalam mendatangkan pasokan air dengan membuat bangunan serta saluran ke lahan pertanian dengan cara teratur yang dilanjutkan dengan membuang air yang tidak diperlukan lagi ke saluran pembuang, yang kemudian air tersebut dipergunakan dengan sebaik-baiknya. Pengairan mengandung arti memanfaatkan dan menambah sumber air dalam tingkat tersedia bagi kehidupan tanaman. Apabila air yang tersedia di dalam tanah berlebihan, maka perlu dilakukan pembuangan (drainase), agar tidak mengganggu kehidupan tanaman.

Desa Kawai, merupakan sebuah desa kecil yang terletak di pertengahan Pulau Sumatera, atau lebih tepatnya di Kecamatan Lintau Buo Utara, Kabupaten Tanah Datar, Provinsi Sumatera Barat. Daerah ini berada di kaki sebuah gunung tidak berapi, yaitu Gunung Sago dengan ketinggian antara 815 sampai dengan 1419 MDPL. Posisinya yang berada kaki gunung dan di dataran tinggi, membuat daerah ini subur dengan intensitas curah hujan yang cukup tinggi dan sangat cocok untuk dijadikan sebagai daerah pertanian. Disisi lain, posisi di daerah ketinggian ini membuat permukaan desa kawai berupa perbukitan. Kondisi ini pula yang melatarbelakangi letak sawah di Desa Kawai ini sebagian besar berada pada lereng perbukitan dengan perbedaan elevasi setiap permukaan sawah berbanding jauh.

Namun, kondisi perbedaan elevasi setiap permukaan sawah yang berbanding jauh tersebut terkadang menjadi masalah yang cukup serius. Banyaknya lahan pertanian yang berada pada lereng perbukitan, menyebabkan lahan yang berada di bagian hilir tidak dapat dijangkau oleh sebagian besar pasokan air pada saluran alami yang terletak di hulu atau pada daerah yang lebih tinggi dari lahan pertanian. Selain itu meskipun berada pada daerah ketinggian dengan curah hujan yang cukup tinggi, permasalahan lainnya disebabkan oleh kurangnya saluran irigasi sehingga banyaknya lahan sawah yang harus dialiri tidak sebanding dengan air yang tersedia pada saluran alami. Dan ketika musim kemarau tiba atau yang biasa terjadi pada pertengahan tahun, sebagian besar lahan mengalami krisis air dan berdampak terhadap penurunan produktivitas hasil pertanian.

Namun disisi lain, terdapat potensi sumber daya air untuk mengatasi masalah tersebut. Potensi tersebut merupakan sungai yang berada di hilir atau yang lebih rendah dari lahan pertanian dengan kecepatan aliran debit yang deras dan perkiraan debit yang tersedia cukup untuk dimanfaatkan dalam mengalirkan air ke lahan pertanian. Berdasarkan fakta itulah diperlukan suatu teknologi tepat guna berupa kincir air sebagai

media alternatif irigasi untuk mengalirkan air sungai yang ada di hilir lahan pertanian. Untuk mendapatkan jaminan agar kincir air dapat memasok air sesuai dengan kebutuhan air pada lahan pertanian, maka diperlukan suatu rancangan pada kincir air yang dirancang berdasarkan perhitungan kebutuhan air irigasi agar didapatkan debit air sesuai kebutuhan.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis tertarik untuk mengangkat tugas akhir dengan judul **“Rancang Bangun Kincir Air Berdasarkan Analisis Kebutuhan Air Irigasi di Desa Kawai, Kecamatan Lintau Buo Utara, Kabupaten Tanah Datar”**.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini termasuk kedalam jenis penelitian kuantitatif dengan metode observasi. Penelitian ini menganalisis kebutuhan air irigasi di Desa Kawai, Kecamatan Lintau Buo Utara, Kabupaten Tanah Datar sehingga dapat diketahui tingkat kebutuhan air irigasi pada lahan pertanian. Selanjutnya dilakukan rancang bangun kincir air berdasarkan analisis kebutuhan air irigasi untuk mengatasi masalah keterbatasan air pada lahan pertanian di Desa Kawai, Kecamatan Lintau Buo Utara, Kabupaten Tanah Datar.

Data-data yang dikumpulkan dan digunakan untuk proses analisa menggunakan perhitungan manual berupa data primer dan data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait. Adapun data-data yang dibutuhkan yaitu sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh atau didapatkan berdasarkan pendataan dan pengamatan langsung pada lokasi penelitian, data primer tersebut yaitu :

a. Observasi

Observasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui situasi suatu objek yang dikaji seperti lahan yang mengalami keterbatasan air, titik rencana kincir, sungai sebagai potensi air yang akan dimanfaatkan, tinggi lahan pertanian, dan sebagainya. Observasi dilakukan dengan cara meninjau langsung pada lokasi tugas akhir tepatnya di Batang Kawai di Desa Kawai, Kecamatan Lintau Buo Utara, Kabupaten Tanah Datar.

b. Wawancara

Wawancara dilakukan kepada kelompok tani Desa Kawai, dengan menanyakan kondisi atau keadaan lahan pertanian, berapa banyak lahan pertanian yang mengalami krisis air, data kelompok tani, luas lahan pertanian, serta dampak

dari keterbatasan air terhadap hasil panen. Wawancara juga dilakukan dengan Wali Jorong Kawai, untuk mendapatkan data-data lain yang diperlukan untuk mendukung dalam pengerjaan tugas akhir ini.

2. Data Sekunder (Data Perhitungan Manual Kriteria Perencanaan 01 (KP-01))

a. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang dibutuhkan merupakan data yang ada atau tercatat pada stasiun hujan yang terletak pada cakupan areal lahan pertanian, jika tidak ada maka digunakan data pada stasiun terdekat. Pada penelitian ini, data curah hujan yang digunakan merupakan data curah hujan yang tercatat pada stasiun hujan Buo. Stasiun Buo merupakan stasiun dibawah naungan dan tanggung jawab dari BPSDA Sumatera Barat, data curah hujan diperoleh dari Badan Pengelolaan Sumber Daya Air Sumatera Barat (BPSDA Sumbar). Data curah hujan yang diperlukan yaitu data curah hujan 10 tahun terakhir.

b. Data Klimatologi

Data klimatologi merupakan data yang terdiri atas data lamanya penyinaran matahari, kelembapan udara, temperatur udara rata-rata harian, serta kecepatan udara. Data klimatologi yang diperlukan pada tugas akhir ini yaitu data 10 tahun terakhir. Dikarenakan data klimatologi tidak tersedia pada Stasiun Buo maka digunakan data pada stasiun terdekat yaitu Stasiun Sijunjung dikarenakan memiliki kondisi topografi yang hampir sama.

c. Data Tanah

Kondisi tanah berdasarkan Badan Pusat Statistik Kabupaten Tanah Datar (BPS Kab. Tanah datar, 2018), sebagian besar jenis tanah di Kecamatan Lintau Buo Utara merupakan jenis tanah regosol.

Adapun tahapan analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Analisa Data Klimatologi

Analisa data klimatologi berguna untuk menentukan nilai evapotranspirasi acuan pada lahan pertanian di Desa Kawai, Kecamatan Lintau Buo Utara, Kabupaten Tanah Datar. Analisa menggunakan metode Penman Modifikasi, metode ini dipilih karena data-data yang diperoleh cukup lengkap untuk menganalisis dengan metode tersebut.

2. Analisa Data Curah Hujan

a. Menghitung curah hujan andalan

Curah hujan andalan R80 untuk tanaman padi dapat diperoleh dengan cara mengurutkan data curah hujan rata-rata bulanan dari yang terbesar ke yang terkecil.

b. Curah hujan efektif

Data curah hujan rata-rata R80 bulanan menjadi dasar untuk menganalisis nilai curah hujan efektif untuk perhitungan manual metode KP-01.

3. Analisa Kebutuhan Air Irigasi

Analisa kebutuhan air irigasi pada persawahan terdiri atas beberapa komponen yang mempengaruhinya yaitu sebagai berikut :

a. Penyiapan lahan

Kebutuhan air irigasi pada tahap persiapan lahan pada umumnya menggunakan metode yang dikembangkan oleh Van De Goor dan Zijlstra (1968).

b. Koefisien tanaman (kc)

Koefisien tanaman (kc) yang digunakan yaitu FAO varietas unggul untuk tanaman padi.

c. Penggunaan konsumtif

Jumlah air yang diperlukan tanaman untuk proses fotosintesis dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$ETc = Kc \cdot ETo$$

Dimana:

Kc = Koefisien tanaman

ETo = Evapotranspirasi potensial (metode Penman modifikasi) (mm/hari)

d. Perkolasi

Nilai perkolasi yang digunakan adalah 3 mm/hari.

e. Penggantian lapisan air

Penggantian lapisan air dilakukan sebanyak 2 kali dengan nilai 50 mm atau (3,3 mm/hari selama setengah bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah proses transplantasi selesai. Pergantian lapisan air dapat juga dilakukan selama satu bulan dan satu bulan kedua setelah transplantasi dengan nilai 1.65 mm/hari.

f. Kebutuhan bersih air di sawah (NFR) dapat dihitung menggunakan persamaan

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

g. Kebutuhan air irigasi (IR) untuk padi atau palawija, untuk padi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut

$$IR = \frac{NFR}{e}$$

- h. Kebutuhan air pada intake atau pintu pengambilan (DR) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut

$$DR = \frac{IR}{8.64}$$

Dimana:

NFR = Netto kebutuhan air (mm/hari)

Etc = Kebutuhan air konsumtif (mm/hari)

WLR = Kebutuhan air untuk pergantian lapisan (mm/hari)

P = Perkolasi (mm/hari)

Re = Curah hujan efektif (mm/hari)

IR = Kebutuhan air irigasi (mm/hari)

e = Efisiensi irigasi secara keseluruhan (e = 65%)

DR = Kebutuhan air pada intake (lt/dt/ha), dengan 8.64 angka konversi satuan dari (mm/hari) menjadi (lt/dt/ha)

Adapun tahapan dalam proses rancang bangun kincir adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan lokasi

Dalam pemilihan lokasi untuk penempatan kincir air di sungai harus memperhatikan dan mempertimbangkan beberapa faktor berikut :

- Sumber air sungai tidak pernah kering sepanjang tahun, kecepatan aliran dan tinggi muka air sungai minimum harus ada dimana kecepatan aliran dan tinggi muka air sungai ini diperlukan untuk memutar kincir;
- Bangunan kincir air yang dibangun harus aman terhadap perubahan kondisi hidraulik sungai seperti pola aliran, arah aliran, kecepatan aliran serta banjir;
- Mudah dijangkau untuk pelaksanaan operasional dan pemeliharaan;
- Pemakaian atau penggunaan lahan tidak mempunyai masalah atau kendala.

Berdasarkan persyaratan tersebut, maka kincir air direncanakan akan dibangun pada sungai Batang Kawai, dimana lokasi ini dipilih karena Sumber air sungai tidak pernah kering sepanjang tahun dan atau dengan debit, kecepatan aliran dan tinggi muka air sungai dianggap cukup untuk menggerakkan kincir air, serta faktor utama yaitu beberapa lahan mengalami krisis air

karena kondisi topografi sawah yang berada pada daerah perbukitan.

2. Perencanaan Kincir Air

Perencanaan kincir air yang akan dibangun berfokus pada volume dan jumlah tabung pada kincir. Perencanaan volume dan jumlah tabung dilakukan berdasarkan dengan kebutuhan air irigasi pada tahapan analisis data sebelumnya. Semakin besar angka kebutuhan air, maka jumlah tabung akan semakin banyak atau volume dari setiap tabung semakin besar.

3. Perancangan Desain Kincir Air

Tahapan selanjutnya adalah perancangan desain kincir air. Perancangan desain kincir air akan menggunakan *software* Auto-CAD.

4. Pemodelan Kincir Air

Pemodelan kincir adalah pembuatan kincir air dengan skala tertentu. Pemodelan ini merupakan pembuatan bagian kincir seperti tabung, sumbu, dudukan jari-jari, jari-jari, pelingkar luar, dudukan tabung, sudu-sudu dan dudukannya, talang, pelingkar dalam, dan lain-lain dalam skal kecil. Setelah pemodelan kincir air dibuat, selanjutnya adalah pengujian kincir air, dengan tujuan mendapatkan total air yang dapat dialirkan sehingga didapatkan kesimpulan apakah rancangan dapat digunakan atau tidak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tahap Analisis Kebutuhan Air Irigasi

Hasil dari analisis dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Rekapitulasi kebutuhan air irigasi lahan yang mengalami keterbatasan air

Bulan	Kebutuhan (m ³ /detik)
Januari	0,247
Februari	0,134
Maret	0,123
April	0,028
Mei	0,261
Juni	0,153
Juli	0,132
Agustus	0,060
September	0,271
Oktober	0,144
November	0,134
Desember	0,055

Berdasarkan tabel diatas didapatkan bahwa kebutuhan air irigasi maksimum terjadi pada bulan juli dengan kebutuhan untuk lahan yang mengalami keterbatasan air sebesar 0,271

m³/detik. Hasil tersebut yang akan dijadikan sebagai pedoman dalam perancangan kincir air.

2. Perancangan Kincir Air

a. Penentuan Lokasi

Lokasi penelitian pada tugas akhir ini berada di Desa Kawai, Kecamatan Lintau Buo Utara, Kabupaten Tanah Datar tepatnya pada lahan pertanian daerah anak sungai Batang Kawai dengan koordinat 0°23'36.93"S, 100°41'45.22"E.

b. Tahap Desain Bangunan Kincir Air

Perancangan Kincir Air di Sungai Batang Kawai digambarkan dengan ketentuan sebagai berikut :

- 1) Diameter kincir = 4,30 m
- 2) Lebar kincir = 0,70 m
- 3) Diameter dudukan jari-jari = 0,60 m
- 4) Diameter jari-jari = 8 mm
- 5) Panjang sudu-sudu = 0,70 m
- 6) Diameter tabung = 10 cm

c. Pemodelan Kincir

Pemodelan kincir air merupakan pembuatan kincir air dengan skala tertentu untuk mengetahui kinerja dari kincir air. Pemodelan dibuat dengan menggunakan skala 1:8 dan diuji pada saluran alami yang tersedia.

Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Rekapitulasi hasil pengujian

Kecepatan Aliran (m/s)	Total air (ml/s)	Total air (m ³ /s)	Total Air Skala 1:8 (m ³ /s)
0,2	120	0,00012	0,00096
0,4	180	0,00018	0,00144
0,5	255	0,000255	0,00204
0,6	340	0,00034	0,00272
0,9	795	0,000795	0,00636

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel diatas, dan berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air irigasi maksimum sebesar 0,271 m³/detik, dengan efisiensi irigasi minimum sebesar 60%. Maka untuk mencapai kebutuhan air 100%, kincir air harus bisa memasok sebesar 40% kebutuhan air maksimum atau sebesar 0,108 m³/detik. Namun pada hasil pengujian, kincir hanya dapat memasok kebutuhan air sebesar 0,88% - 5,88%. Sehingga, jika kebutuhan air tidak terpenuhi, maka dapat menggunakan beberapa alternatif sebagai berikut :

- 1) Jumlah pipa atau tabung pada kincir ditambah dengan jumlah yang dapat memenuhi kebutuhan air. Sebagai contoh, perkiraan air yang dapat dialirkan oleh kincir pada kecepatan 0,9 m/detik dapat dilihat pada perhitungan berikut :

Volume air untuk 8 tabung

= 0,00636 m³/detik

Volume air untuk 1 tabung

= 0,00636 / 8

= 0,00080 m³/detik

Untuk memenuhi kebutuhan air sebesar 0,108 m³/detik. Maka dibutuhkan setidaknya 136 tabung.

Volume air untuk 136 tabung

= 0,109 m³/detik

- 2) Jika dalam satu kincir tidak memungkinkan untuk menggunakan pipa atau tabung yang banyak, maka dapat menambah jumlah kincir dengan syarat maksimum tabung sebanyak 40 tabung. Jika jumlah tabung yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air maksimum sebanyak 136 tabung. Maka kincir yang digunakan sebanyak 4 kincir, dengan jumlah pipa atau tabung pada setiap kincir sebanyak 36 tabung.

DAFTAR PUSTAKA

- Anton, Priyonugroho. 2015. "Analisis Kebutuhan Air Irigasi (Studi Kasus Pada Daerah Irigasi Sungai Air Keban Daerah Kabupaten Empat Lawang)." *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan* 1 (1): 1–14. <https://media.neliti.com/media/publications/212006-analisis-kebutuhan-air-irigasi-studi-kas.pdf>.
- Budi, A S. 2013. "Kincir Air Pengangkat Sampah Permukaan Dan Melayang Memanfaatkan Tenaga Air Dengan Satu Kincir Penggerak." <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/30152>.
- Chairani, Rizky. 2019. *Analisis Ketersediaan Air Dengan Metode f. j. Mock Pada Daerah Aliran Sungai Babura*. *Repository Institusi Universitas Sumatera Utara (RI-USU)*. <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/11079>.
- Harsarapama, Anindio Prabu. 2012. "Turbin Mikrohidro Open Flume Dengan Hub to Tip Ratio 0,4 Untuk Daerah Terpencil." *Teknik Mesin* Starata Sa.
- Hasibuan, SH. 2014. "Analisa Kebutuhan Air Irigasi Daerah Irigasi Sawah Kabupaten

- Kampar.” *Jurnal APTEK* 3 (1): 97–102.
- Mawardi, Erman. 2007. *Desain Hidrolik Bangunan Irigasi*. Alfabeta. Jakarta. Bandung: Alfabeta Bandung.
- DPUPKP Kulon Progo. 2020. *Jenis Jenis Irigasi*. Kab Kulon Progo.
- Prihandana, Eka, and Yaumal Arbi. 2021. “Evaluasi Kebutuhan Air Bersih Di Musi Banyuasin.” *Jurnal Applied Science in Civil Engineering* 2: 319–24. <http://asce.ppj.unp.ac.id/index.php/ASCE/article/view/216>.
- Rahayu, Enda Desfita, and Totoh Andayono. 2021. “Pemanfaatan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Dalam Penyelesaian Tugas Besar Irigasi Dan Drainase Pada Mahasiswa Prodi PTB-UNP.” *Jurnal Applied Science in Civil Engineering* 2(1): 96–101. <http://asce.ppj.unp.ac.id/index.php/ASCE/article/view/78>.
- Shidarta, SK. 1997. *Irigasi Dan Bangunan Air*. Jakarta: Gunadarma.
- Sudinda, Teddy W. 2020. “Penentuan Debit Andalan Dengan Metoda Fj Mock Di Daerah Aliran Sungai Cisadane.” *Jurnal Air Indonesia* 11 (1): 15–24. <https://doi.org/10.29122/jai.v11i1.3933>.
- Sutrisno, Sutrisno, dan Ferdhy Setiawan Saputra. 2018. “Studi Penerapan Metode Mock Dan Statistik Untuk Menghitung Debit Andalan Plta Bakaru Kabupaten Pinrang.” *Teknik Hidro* 11 (2): 38–47. <https://doi.org/10.26618/th.v11i2.2445>.
- Widjatmoko, and Imam Soewadi. 2001. *Irigasi*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.