

Pengembangan Jaringan Irigasi dalam Upaya Intensifikasi Daerah Irigasi Pongok Bemban – Payak Ramai

Faskal Faskal^{1*}, Heni Fitriani¹, Ratna Dewi¹

¹Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia

faskal.st.10@gmail.com*

| Received: 09/04/2025 |

Revised: 07/05/2025

| Accepted: 10/05/2025 |

Copyright©2025 by authors, all rights reserved. Authors agree that this article remains permanently open
access under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 International License

Abstrak

Daerah Irigasi Pongok Bemban – Payak Ramai dengan luas potensial ± 13 ha merupakan areal persawahan yang berada di Desa Pongok, Kecamatan Kepulauan Pongok, Kabupaten Bangka Selatan. Letak geografis Desa Pongok yang merupakan wilayah terluar Kabupaten serta cuaca dan perairan laut yang tidak menentu membuat Masyarakatnya sangat rentan kesulitan mendapatkan bahan pangan. Permasalahan saat ini, petani hanya bisa melakukan 1 kali tanam padi dalam satu tahun, yaitu di musim hujan saja. Kemudian, terdapat beberapa hektar lahan yang terkena dampak pasang air laut yang masuk hingga ke petak sawah. Hal ini turut diperparah dengan kondisi jaringan irigasi yang masih sederhana, belum adanya tampungan, serta dekatnya antara sawah dan laut membuat air yang tersedia di musim hujan langsung terbuang percuma. Terbatasnya sumber air dan lahan ini menjadi tantangan utama bagi Petani dan Pemerintah Daerah, sehingga intensifikasi lahan pertanian dan jaringan irigasinya menjadi pilihan utama dalam meningkatkan indeks pertanaman maupun produktivitas lahan. Diperoleh dari kajian ini berupa alternatif pembangunan 1 buah bendung dilengkapi mercu dan pintu penguras dengan fungsi untuk menampung serta memaksimalkan sumber air yang ada. Pola operasi bendung dan pintu air berperan penting dalam upaya meningkatkan indeks pertanaman maupun produktivitas lahan yang ada. Hasil intensifikasi jaringan irigasi menetapkan neraca air dengan pola tanam 100% padi – 100% padi – 30% padi (IP 230), awal penanaman pada November periode I dengan total luasan lahan panen ± 30 ha. Kemudian didesain tampungan bendung dengan panjang 500 m; lebar 15 m; dan kedalaman 2,5 m untuk mengakomodir masa tanam (MT) ke 3 di musim kemarau. Hasil panen petani dalam 3 kali masa tanam (IP 230) menghasilkan 150 ton gabah kering giling (GKG) atau menghasilkan 90.000 kg beras.

Kata kunci: Daerah Irigasi Pongok Bemban – Payak Ramai, Intensifikasi, Jaringan irigasi, Pola Operasi.

Abstract

The Pongok Bemban-Payak Ramai Irrigation Area, with a potential area of approximately 13 ha, is a rice field area located in Pongok Village, Pongok Islands

District, South Bangka Regency. The geographical location of Pongok Village, which is the outermost region of the Regency, makes the community highly vulnerable to difficulties in obtaining food due to uncertain weather and sea conditions. Currently, farmers can only plant rice once a year, during the rainy season. Additionally, several hectares of land are affected by sea tides that enter the rice fields. This issue is exacerbated by the simple irrigation network, lack of reservoirs, and proximity to the sea, which causes water to be wasted during the rainy season. Limited water sources and land are the main challenges for farmers and local governments, making the intensification of agricultural land and its irrigation network a top priority to increase the cropping index and land productivity. This study proposes an alternative solution, which is the construction of a weir equipped with a spillway and drain door to maximize existing water sources. The operation of weirs and sluice gates plays a crucial role in efforts to increase the cropping index and land productivity. The results of the intensification of the irrigation network establish a water balance with a planting pattern of 100% rice - 100% rice - 30% rice (IP 230), with the beginning of planting in November period I and a total harvest area of approximately 30 ha. A weir reservoir with a length of 500 m, width of 15 m, and depth of 2.5 m is designed to accommodate the third planting period (MT) in the dry season. Farmers' yields in three planting periods (IP 230) produce 150 tons of milled dry grain (MDG) or 90,000 kg of rice.

Keywords: The Pongok Bemban-Payak Ramai Irrigation Area, Intensification, Irrigation network, Operation pattern.

1. Pendahuluan

Pembangunan pada sektor pertanian dewasa ini diarahkan untuk menuju pertanian yang efisien dan tangguh, mengingat upaya peningkatan produksi beras untuk mencukupi kebutuhan pangan bagi penduduk yang jumlahnya terus meningkat selalu menjadi prioritas utama dalam pembangunan pertanian di Indonesia (Suwarno, 2010). Tuntutan terhadap kinerja irigasi yang lebih baik semakin meningkat untuk mendukung peningkatan produksi pertanian dalam rangka mewujudkan ketahanan pangan nasional dan kesejahteraan masyarakat, khususnya petani (Angguniko & Hidayah, 2017). Pengelolaan sistem irigasi yang baik sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air pada lahan pertanian. Sistem pemberian dan pembagian air secara tepat dapat membuat semua tanaman mendapatkan air sesuai dengan kebutuhannya.

Bulan-bulan basah (musim penghujan) para petani tidak perlu khawatir dalam memperoleh air yang cukup bagi kebutuhan tanaman mereka. Namun pada bulan-bulan kering (musim kemarau) atau saat curah hujan yang turun hanya sedikit, debit air dari sumber air irigasi akan berkurang, sehingga tidak bisa mencukupi kebutuhan air bagi tanaman para petani (Perwitasari & Bafdal, 2016). Upaya peningkatan ketahanan air irigasi dapat dilakukan berdasarkan indikator ketahanan air irigasi, yang salah satunya adalah menambah tampungan air berupa waduk, embung dan sebagainya (Hاتمoko dkk., 2018). Ketersediaan air dan infrastruktur tampungan air sangat mempengaruhi terhadap ketahanan air irigasi yang mempunyai peran penting terhadap ketahanan pangan (Gohar et al., 2015).

Dewasa ini, kesulitan dalam memperluas lahan pertanian serta masih minimnya jaringan irigasi yang mumpuni dalam melayani lahan pertanian merupakan salah satu permasalahan yang dihadapi dalam mencapai swasembada pangan. Metode yang bisa diterapkan guna mencapai tujuan swasembada pangan ini salah satunya adalah dengan melakukan intensifikasi pertanian beserta jaringan irigasinya. Intensifikasi pertanian merupakan serangkaian pola perubahan pemanfaatan lahan dengan ciri umum berupa peningkatan penggunaan sumber daya yang sama untuk produksi pertanian, biasanya sebagai hasil peralihan dari penanaman secara intensif menjadi penanaman berkelanjutan pada area lahan yang sama (Giller et al., 1997). Berangkat dari hal tersebut, penulis mencoba untuk mengembangkan intensifikasi pertanian ini, baik pada lahan maupun pada jaringan irigasi yang sudah ada serta rencana pengembangannya pada lokasi tinjauan.

Studi ini dilakukan di DI Pongok Bemban – Payak Ramai yang terletak di Desa Pongok, Kecamatan Kepulauan Pongok, Kabupaten Bangka Selatan, Propinsi Kepulauan Bangka Belitung. Selain memanfaatkan air hujan, sumber air yang digunakan masyarakat mengairi persawahan adalah Sungai Bemban yang berada di bagian hulu dari areal persawahan. Letak geografis Desa Pongok yang merupakan wilayah terluar Kabupaten membuat Masyarakatnya sangat rentan kesulitan mendapatkan bahan pangan. Kondisi cuaca dan perairan laut yang tidak menentu menjadi hal krusial sehingga diperlukan peningkatan indeks pertanaman maupun produktivitas lahan untuk memenuhi kebutuhan beras masyarakat wilayah ini.

Permasalahan saat ini, petani hanya bisa melakukan 1 kali tanam padi dalam satu tahun, yaitu di musim hujan saja. Kemudian, terdapat beberapa hektar lahan yang terkena dampak pasang air laut yang masuk hingga ke petak sawah. Hal ini turut diperparah dengan kondisi jaringan irigasi yang masih sederhana, belum adanya tampungan, serta dekatnya antara sawah dan laut membuat air yang tersedia di musim hujan langsung terbuang percuma. Permasalahan terbatasnya sumber air dan lahan ini menjadi tantangan utama bagi Petani dan Pemerintah Daerah, sehingga intensifikasi lahan pertanian dan jaringan irigasinya menjadi pilihan utama dalam meningkatkan indeks pertanaman maupun produktivitas lahan.

Demi memenuhi kebutuhan air irigasi DI Pongok Bemban – Payak Ramai saat musim kemarau, maka perlu dilakukan sebuah studi dalam upaya intensifikasi lahan pertanian dan jaringan irigasinya guna memaksimalkan pemanfaatan kelebihan air pada saat musim hujan. Harapannya, keberhasilan intensifikasi lahan ini berdampak pada meningkatnya intensitas tanam padi sehingga pada akhirnya akan meningkatkan produktivitas lahan pertanian dan mendukung program swasembada pangan pemerintah.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Analisa Lokasi Studi

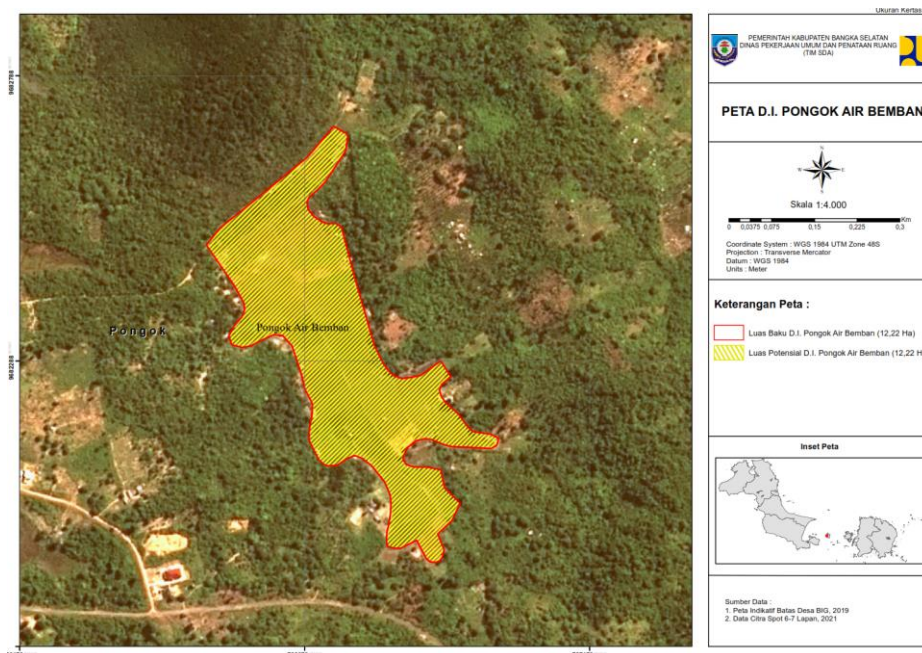
Studi ini dilakukan pada Januari – Juni 2024 di Daerah Irigasi (DI) Pongok Bemban – Payak Ramai dengan luas lahan potensial ± 13 Ha yang terletak di Desa Pongok, Kecamatan Kepulauan Pongok, Kabupaten Bangka Selatan, Propinsi Kepulauan Bangka Belitung. Daerah Irigasi ini kewenangan pengelolaannya berada di bawah Pemerintah Kabupaten Bangka Selatan. Sumber air utama dalam pemenuhan kebutuhan irigasi DI Pongok Bemban – Payak Ramai yaitu

dari Sungai Bemban serta memanfaatkan air hujan. Peta lokasi daerah studi dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.

Kemudian, berdasarkan data penduduk dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Bangka Selatan tahun 2022, Kecamatan Kepulauan Pongok yang terdiri dari 2 Desa yaitu Desa Pongok dan Desa Celagen, sedikitnya tercatat berjumlah 4.327 orang. Jumlah ini terbagi menjadi 2.245 orang penduduk berjenis kelamin laki-laki dan 2.082 orang penduduk berjenis kelamin perempuan.



Gambar 1. Foto Udara Peta Lokasi Studi



Gambar 2. Peta Informasi Geospasial Tematik (IGT) D.I. Pongok Bemban – Payak Ramai

2.2. Analisa Hidrologi

2.2.1. Umum

Hidrologi sebagai ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran dan gerakan air di alam kita, yang meliputi berbagai bentuk air, yang menyangkut perubahan-perubahannya antara keadaan cair, padat dan gas dalam atmosfer, di atas dan bawah permukaan tanah (Soemarto, 1995).

Secara umum analisis hidrologi merupakan satu bagian analisis awal dalam perancangan bangunan-bangunan hidraulik. Dalam studi ini diperlukan analisis hidrologi yang meliputi:

- a) Ketersediaan Data Hidrologi;
- b) Analisa Data Curah Hujan;
- c) Analisa Hujan Rancangan;
- d) Analisa Debit Banjir Rancangan;
- e) Analisa Ketersediaan Air;
- f) Analisa Kebutuhan Air;
- g) Simulasi Tampung Bendung/Analisa Neraca Air.

2.2.2. Ketersediaan Data Hidrologi

Data hujan dan klimatologi yang terkumpul berasal dari data pengamatan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika dari tahun 2002 sampai dengan 2022. Data Klimatologi yang tersedia berupa data temperatur, kelembapan, curah hujan, kecepatan angin dan arah angin. Terdapat 4 (empat) Stasiun Klimatologi di wilayah Kepulauan Bangka Belitung, antara lain sebagai berikut:

- 1) Stasiun Klimatologi Depati Amir;
- 2) Stasiun Klimatologi H. AS. Hanandjoeddin;
- 3) Stasiun Klimatologi Bangka Belitung;
- 4) Stasiun Klimatologi Tanjung Pandan.

2.2.3. Analisa Data Curah Hujan

Data yang digunakan pada analisa hidrologi adalah data hujan yang jatuh pada kawasan yang ditinjau. Data tersebut berupa data hujan harian maksimum yang terjadi dalam masa satu tahun. Untuk menetapkan curah hujan rancangan pada kala ulang tertentu, diperlukan data hujan hasil pengukuran sedikitnya selama sepuluh tahun. Selanjutnya, dari data tersebut akan digunakan untuk menghitung besaran intensitas hujan. Data hujan yang akan digunakan dalam analisa perlu diuji kebenarannya dan apakah data tersebut dapat menggambarkan fenomena hidrologi seperti keadaan sebenarnya di lapangan (Suhardjono, 2015).

Uji konsistensi berarti menguji kebenaran data lapangan yang tidak dipengaruhi oleh kesalahan pada saat pengukuran. Data tersebut harus benar-benar menggambarkan fenomena hidrologi seperti keadaan sebenarnya di lapangan, dan dengan kata lain, data hidrologi disebut tidak konsisten apabila terdapat perbedaan antara nilai pengukuran dengan nilai sebenarnya (Soewarno, 1995).

2.2.4. Analisa Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan adalah curah hujan terbesar yang mungkin terjadi pada suatu daerah tertentu pada periode ulang tertentu, yang dipakai sebagai dasar perhitungan dalam perencanaan dimensi bangunan air. Perhitungan curah hujan rancangan didasarkan pada analisis frekuensi, dengan sasaran utama untuk menentukan kala ulang peristiwa hidrologi yang berharga tertentu, yang mencakup juga peristiwa yang diharapkan menyamai atau lebih besar dari reratanya.

Dalam prakteknya, distribusi *Log pearson* Tipe III banyak digunakan terutama dalam analisa untuk menghitung besaran banjir maksimum. Bentuk distribusi *Log pearson* Tipe III merupakan hasil transformasi dari sebaran Pearson III dengan menggantikan variannya menjadi nilai logaritmik (Soewarno, 1995).

2.2.5. Analisa Debit Banjir Rancangan

Estimasi banjir merupakan aspek yang sangat penting dalam perencanaan, desain, dan operasi proyek sumber daya air. Kurangnya stasiun pengukuran di DAS menjadikan sulit untuk mengumpulkan data aliran sungai dan curah hujan yang diperlukan dalam perencanaan dan desain. Ketika data debit yang terukur untuk jangka waktu yang lama tidak tersedia, digunakanlah metode Hidrograf Satuan Sintetis atau disingkat HSS (Natakusumah, 2024).

Ada beberapa metode hidrograf satuan yang biasa digunakan untuk menentukan debit banjir rencana pada suatu DAS. Pada studi ini, metode hidrograf satuan yang akan digunakan dalam merencanakan debit banjir rencananya antara lain adalah HSS Nakayasu, HSS Gamma I, HSS Snyder, HSS SCS, dan HSS ITB. Adapun data hidrograf satuan sintetis terpilih yang digunakan untuk lokasi studi merujuk pada data sekunder yang sudah pernah dilakukan analisisnya oleh Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Bangka Selatan.

2.2.6. Analisa Ketersediaan Air

Dependable flow (debit andalan) adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan dapat dipakai untuk irigasi. Kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% atau kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20% (Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013). Adapun DAS yang menjadi tinjauan pada studi ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Peta DAS Bemban

Data ketersediaan air/debit andalan pada studi ini merujuk pada data sekunder yang sudah pernah dilakukan analisanya oleh Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Bangka Selatan. Berdasarkan analisa tersebut, debit andalan DAS Bemban di peroleh dari perhitungan debit andalan metode FJ. Mock dengan panjang data dari tahun 2002 sampai tahun 2022.

2.2.7. Analisa Kebutuhan Air

Perhitungan kebutuhan air didasarkan pada rencana pola tata tanam yang akan diterapkan di lokasi studi dengan memperhatikan pola tanam yang sering diusahakan petani, maupun alternatif pola tanam lainnya dengan menganalisis neraca keseimbangan airnya yang sesuai dengan kondisi ketersediaan air, baik dari sumber air utama maupun suplesi agar tidak terjadi gagal panen, terutama saat musim tanam 1 dan musim tanam 2.

Data kebutuhan air beserta pola tata tanam yang menjadi alternatif terpilih pada lokasi studi merujuk pada data sekunder yang sudah pernah dilakukan analisanya oleh Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Bangka Selatan.

2.2.8. Simulasi Tampungan Bendung/Analisa Neraca Air

Setelah diketahui debit kebutuhan air irigasi (*outflow*) dan debit andalan (*inflow*), maka dapat dihitung neraca keseimbangan air (*Water Balance*). Perhitungan *Water Balance* ini dilakukan untuk memeriksa apakah air yang tersedia cukup memadai untuk memenuhi kebutuhan air irigasi di lokasi daerah irigasi. Hal ini digunakan untuk menentukan sistem pemberian air irigasi dengan aliran kontinyu (*continous flow*) atau dengan sistem giliran/golongan.

Adapun data neraca air untuk alternatif terpilih pada lokasi studi merujuk pada data sekunder yang sudah pernah dilakukan analisanya oleh Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Bangka Selatan.

2.3. Desain Sistem Jaringan Irigasi

Pada studi ini, desain *system planning* jaringan irigasi ditinjau pada bangunan utama beserta bangunan pelengkap irigasi lainnya. Adapun bangunan-bangunan yang dimaksud adalah bangunan bendung serta pelengkapanya, saluran primer, saluran sekunder, bangunan bagi, serta pintu air. *System planning* yang dibahas berfokus pada pola operasi bendung dan pintu pengurasnya dalam upaya mendapatkan hasil intensifikasi lahan paling maksimal. Desain menggunakan beberapa asumsi, telaahan penulis, dan pendekatan lainnya yang sesuai dengan kaidah – kaidah perencanaan irigasi yang baik dan benar. Data yang digunakan dalam menjustifikasi rencana sistem jaringan bersumber dari data sekunder yang sudah pernah dilakukan analisisnya oleh Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Bangka Selatan serta berdasarkan studi literatur lainnya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisa Hidrologi

3.1.1. Analisa Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan pada Analisa bersumber dari Stasiun Klimatologi Depati Amir, Stasiun Klimatologi H. AS. Hanandjoeddin, Stasiun Klimatologi Bangka Belitung, dan Stasiun Klimatologi Tanjung Pandan. Data curah hujan harian maksimum dari tahun 2002 – 2022 disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Data Hujan Harian Maksimum Tahun 2002 - 2022

No.	Tahun	Curah Hujan Maksimum			
		Sta. Depati Amir	Sta. Bangka Belitung	Sta. Hanandjoedin	Sta. Tanjung Pandan
1.	2002	75,60	Data kosong	Data kosong	135,00
2.	2003	93,60	Data kosong	Data kosong	94,00
3.	2004	54,70	Data kosong	Data kosong	167,80
4.	2005	121,50	Data kosong	Data kosong	111,60
5.	2006	80,00	Data kosong	Data kosong	92,50
6.	2007	148,60	Data kosong	Data kosong	105,50
7.	2008	107,10	Data kosong	Data kosong	196,10
8.	2009	92,00	Data kosong	Data kosong	77,70
9.	2010	124,70	Data kosong	100,00	157,40
10.	2011	87,00	Data kosong	79,00	95,50
11.	2012	108,40	Data kosong	122,00	148,00
12.	2013	141,40	Data kosong	152,10	83,10
13.	2014	94,60	Data kosong	95,60	87,90
14.	2015	100,00	Data kosong	120,90	92,20

No.	Tahun	Curah Hujan Maksimum			
		Sta. Depati Amir	Sta. Bangka Belitung	Sta. Hanandjoedin	Sta. Tanjung Pandan
15.	2016	183,90	Data kosong	118,30	123,40
16.	2017	73,60	52,50	Data kosong	Data kosong
17.	2018	84,40	129,00	131,90	101,20
18.	2019	128,40	119,70	145,20	Data kosong
19.	2020	117,50	207,50	144,10	Data kosong
20.	2021	96,50	146,70	148,50	Data kosong
21.	2022	74,50	91,60	111,50	Data kosong

Sumber: BMKG Prov Kep. Bangka Belitung, 2023

Data yang terdapat pada tabel 1 kemudian diuji konsistensinya agar kebenaran data lapangan tidak dipengaruhi oleh kesalahan pada saat pengukuran. Hasil pengujian data pada tabel 1 tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Data Curah Hujan

Uji	Stasiun Hujan			
	Sta. Depati Amir	Sta. Bangka Belitung	Sta. Hanandjoedin	Sta. Tanjung Pandan
Outlier	Diterima	Diterima	Ditolak	Diterima
Trend	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Independensi	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Stasioner (Uji f)	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Stasioner (Uji t)	Diterima	Diterima	Ditolak	Diterima

Sumber: Dinas PUPR Kab. Bangka Selatan, 2023

Berdasarkan tabel 2, ditemukan penyimpangan *outlier* serta tidak lolos (ditolak) terhadap uji stationer kestabilan rerata (uji t) untuk data curah hujan di Stasiun Klimatologi H. AS. Hanandjoeddin, sehingga data untuk stasiun tersebut tidak akan digunakan untuk analisa lain. Kemudian, mengacu pada SNI 2415 Tahun 2016 tentang Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana, data dalam perhitungan sebaiknya memiliki periode pengamatan lebih dari 20 tahun sehingga untuk analisis selanjutnya, dari ke 4 pos curah hujan, dipilih data yang ada pada Stasiun Klimatologi Depati Amir.

3.1.2. Analisa Hujan Rancangan

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rerata daerah (*area rainfall*), bukan curah hujan pada suatu titik tertentu (*point rainfall*). Besarnya curah hujan rerata daerah ini dinyatakan dalam milimeter (mm). Untuk mendapatkan hujan rerata daerah perlu dianalisa dahulu hujan titik (*point rainfall*) dari stasiun hujan yang digunakan. Besarnya hujan untuk perhitungan adalah dengan

cara mengambil data hujan yang maksimum untuk tiap tahunnya dari data hujan harian yang telah diperoleh. Adapun ketika telah diperoleh hasil analisa beberapa distribusi frekuensi, maka syarat untuk pemilihan distribusi frekuensi yang dimaksud dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Syarat Pemilihan Distribusi Frekuensi

Distribusi Frekuensi	Nilai Ck	Nilai Cs
Gumbel	5,4002	1,1396
Normal	3,0	0
Log pearson	Bebas	Bebas

Sumber: Sri Harto, 1993

Berdasarkan hasil perhitungan parameter statistik, nilai Ck dan Cs telah memenuhi syarat dalam analisis frekuensi dengan Metode *Log pearson* Tipe III untuk semua DAS. Hasil perhitungan hujan rancangan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Hujan Rancangan

No.	Kala Ulang (T)	Metode <i>Log pearson</i> Tipe III	Metode Gumbel	Metode Log Normal	Metode <i>Pearson</i> Tipe III	Metode Normal
		X _T (mm/hari)	X _T (mm/hari)	X _T (mm/hari)	X _T (mm/hari)	X _T (mm/hari)
1.	2	99,89	99,74	99,49	99,70	104,19
2.	5	126,84	131,53	126,65	127,23	129,39
3.	10	144,09	152,59	144,40	144,37	142,60
4.	20	161,61	172,78	161,33	161,41	153,40
5.	25	165,36	179,18	164,81	164,82	154,18
6.	50	180,91	196,92	183,35	179,29	158,10
7.	100	196,31	218,50	200,87	193,13	165,93

Sumber: Dinas PUPR Kab. Bangka Selatan, 2023

Metode *Log pearson* Tipe III menjadi distribusi terpilih untuk semua DAS setelah melewati pengujian kesesuaian distribusi frekuensi dengan metode uji *chi – square* (metode *Chi Square* digunakan untuk menguji simpangan secara vertikal apakah distribusi pengamatan dapat diterima oleh distribusi teoritis) dan uji smirnov – kolmogorov (metode ini digunakan untuk menguji simpangan secara horizontal, yaitu simpangan maksimum antara distribusi secara teoritis dan empiris (Δ maks). Oleh sebab itu, hujan rancangan Metode *Log Person* Tipe III akan digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

3.1.3. Analisa Debit Banjir Rancangan

Metode hidrograf satuan yang digunakan untuk menentukan debit banjir rencana pada studi ini menggunakan antara lain metode HSS Nakayasu, HSS Gamma I, HSS Snyder, HSS SCS, dan HSS ITB. Hasil perhitungan debit banjir rencana dengan berbagai metode Hidrograf Satuan

Sintetik (HSS) di tampilkan pada tabel 5. Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 5, dipilih metode ITB-1 dengan periode ulang 10 tahun (Q10) karena debit tersebut sesuai dengan kapasitas saluran yang ada di lokasi serta menurut informasi dari warga sekitar, tidak pernah terjadi *overtopping* atau limpasan air saat debit sungai tinggi.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Berbagai Kala Ulang di DAS Bemban

Periode Ulang	Gama I	Snyder	ITB-1	ITB-2	SCS
(n)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)
2	5,79	4,18	3,09	3,65	6,02
5	7,08	5,03	3,66	4,36	7,37
10	7,91	5,58	4,02	4,82	8,24
25	8,93	6,26	4,47	5,38	9,30
50	9,67	6,75	4,79	5,79	10,08
100	10,41	7,24	5,12	6,20	10,86

Sumber: Dinas PUPR Kab. Bangka Selatan, 2023

3.1.4. Analisa Ketersediaan Air

Dependable flow (debit andalan) adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan dapat dipakai untuk irigasi. Kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% atau kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20% (Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013). Ketersediaan air di DAS Bemban diperoleh dari perhitungan debit andalan metode FJ. Mock dengan panjang data selama 21 tahun dari tahun 2002 sampai tahun 2022. Perhitungan debit andalan dengan input data yang panjang selama 21 tahun ini, diharapkan hasil perhitungan yang didapat sudah mendekati kondisi nyata dari aliran Sungai Bemban yang merupakan sumber air utama dari Daerah Irigasi Pongok Bemban – Payak Ramai.

Perhitungan debit andalan dengan Metode Mock merupakan cara perhitungan yang didasarkan pada data curah hujan dan luasan daerah aliran sungai, data hujan yang digunakan dalam proses analisis ini di ambil dari Pos BMKG Depati Amir dengan panjang data dari tahun 2002 sampai dengan tahun 2022. Hasil perhitungan debit andalan DAS Bemban disajikan pada tabel 6.

Mengingat *Dependable flow* (debit andalan) adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan dapat dipakai untuk irigasi. Kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% atau kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20% (Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013). Berdasarkan acuan dari Direktorat Irigasi dan Rawa tersebut, maka ditetapkan keandalan 80% (Q 80% pada tabel 6) yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar simulasi desain sistem jaringan irigasi.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Debit Andal DAS Bemban

Probabilitas	Januari (ltr/det)		Februari (ltr/det)		Maret (ltr/det)		April (ltr/det)	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Q 95 %	12,218	31,699	9,458	7,094	10,013	17,020	14,189	9,867
Q 80 %	22,344	34,273	13,718	15,333	19,867	24,463	25,591	23,153
Q 50 %	39,165	50,068	23,427	31,224	35,086	35,912	39,890	39,814
Probabilitas	Mei (ltr/det)		Juni (ltr/det)		Juli (ltr/det)		Agustus (ltr/det)	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Q 95 %	7,148	4,921	4,070	2,911	1,978	1,392	1,021	0,670
Q 80 %	17,882	18,553	14,385	10,608	10,768	6,922	5,568	3,929
Q 50 %	30,410	29,490	19,549	19,214	17,507	12,854	9,607	7,597
Probabilitas	September (ltr/det)		Oktober (ltr/det)		November (ltr/det)		Desember (ltr/det)	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Q 95 %	0,500	0,350	0,746	0,308	0,230	2,625	2,679	15,496
Q 80 %	3,243	2,270	21,515	6,881	6,798	12,762	22,269	23,522
Q 50 %	6,361	4,453	75,553	24,548	25,680	35,528	46,784	53,386

Sumber: Dinas PUPR Kab. Bangka Selatan, 2023

3.1.5. Analisa Kebutuhan Air

Perhitungan kebutuhan air didasarkan pada rencana pola tata tanam yang akan diterapkan di lokasi studi dengan memperhatikan pola tanam yang sering diusahakan petani, maupun alternatif pola tanam lainnya dengan menganalisis neraca keseimbangan airnya yang sesuai dengan kondisi ketersediaan air, baik dari sumber air utama maupun suplesi agar tidak terjadi gagal panen, terutama saat musim tanam 1 dan musim tanam 2. Adapun kebutuhan air irigasi untuk pertanaman padi pada studi ini ditetapkan sebesar 1 liter/detik/ha. Angka tersebut sudah termasuk kebutuhan air selama masa penyiapan lahan dan kebutuhan air saat masa tanam.

3.1.6. Analisa Perhitungan Neraca Air

Perhitungan *Water Balance* ini dilakukan untuk memeriksa apakah air yang tersedia cukup memadai untuk memenuhi kebutuhan air irigasi di lokasi daerah irigasi. Berdasarkan hasil analisa neraca air yang sudah pernah dilakukan oleh Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Bangka Selatan pada DAS Bemban dan lokasi persawahan DI Pongok Bemban – Payak Ramai, ditetapkan neraca air dengan pola tanam maksimal 100% padi – 100% padi – 30% padi (IP 230), awal penanaman pada November periode I dengan luasan lahan ± 30 ha (angka ini merupakan akumulasi 3 masa tanam).

3.2. Desain Sistem Jaringan Irigasi

3.2.1. Sistem Tata Air Eksisting

Daerah Irigasi Pongok Bemban - Payak Ramai merupakan daerah irigasi yang areal fungsionalnya cukup kecil dengan luas yang sudah tertanami saat ini sekitar ± 10 ha, sistem irigasi tersier yang berjalan saat ini merupakan sistem irigasi sederhana tanpa bangunan pengambilan utama atau bendung. Hasil survei lapangan sudah terdapat bangunan pengambilan boks tersier yang dibangun oleh Dinas Pertanian. Kondisi bangunan boks 1 mengalami kerusakan, pintu air tidak bisa dioperasikan dan sebagian saluran sudah terdapat lining pasangan batu.

Ketersediaan air cukup berlimpah saat musim penghujan, namun karena kondisi irigasi yang masih sederhana dan belum adanya bangunan penahan seperti bendung, petani hanya bisa menerapkan tanam padi pada areal fungsional eksisting seluas ± 10 ha di musim tanam ke 1 saja. Musim tanam ke 2 (MT 2) dan ke 3 (MT 3), kondisi air berkurang drastis sehingga tidak banyak bagian sawah yang bisa ditanami. Berdasarkan hal tersebut di atas maka diharapkan hasil studi ini nantinya dapat memberikan alternatif baru dalam memaksimalkan ketersediaan air yang ada.

3.2.2. Sistem Tata Air Rencana

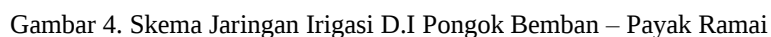
Daerah Irigasi Pongok Bemban - Payak Ramai merupakan daerah irigasi dengan lahan potensial sekitar ± 13 ha. Direncanakan jaringan irigasi yang akan melayani areal di dalam petak tersier. Jaringan irigasi utama terdiri dari:

- 1) Saluran dan bangunan primer yang membawa dan membagi air dari bangunan bagi/sadap primer menuju ke saluran sekunder kemudian dari bangunan sadap sekunder didistribusikan ke saluran tersier;
- 2) Saluran dan bangunan tersier yang membawa air dari jaringan irigasi tersier ke saluran kuarter;
- 3) Saluran pembuang yang membuang kelebihan air dari petak-petak sawah ke jaringan pembuang utama.

Saluran tersier membawa air dari bangunan sadap tersier di jaringan utama ke petak - petak kuarter. Batas ujung saluran tersier adalah boks bagi kuarter yang terakhir. Para petani menggunakan air dari saluran kuarter. Dalam keadaan khusus yang menyangkut topografi dan kemudahan pengambilan air, para petani diperkenankan mengambil air dari saluran tersier tanpa merusak saluran tersier.

Saluran pembuang kuarter terletak di dalam petak tersier untuk menampung air langsung dari sawah dan membuang air itu ke saluran pembuang tersier. Saluran pembuang tersier terletak di dan antara petak-petak tersier dari jaringan irigasi sekunder yang sama, serta menampung air dari pembuang kuarter maupun langsung dari sawah.

Distribusi air ke masing – masing petak sawah yang terdapat pada D.I Pongok Bemban – Payak Ramai ini direncanakan satu saluran primer yang akan menyuplai dua saluran sekunder kanan dan kiri melalui dua bangunan bagi yaitu BP.1 untuk distribusi ke petak sawah di bagian kiri dan BP.2 untuk distribusi ke petak sawah bagian kanan. Lebih jelasnya bisa dilihat pada skema jaringan irigasi pada gambar 4.



Daerah Irigasi Pongok Bemban - Payak Ramai ini direncanakan akan dibangun bendung tetap yang berada di hulu jembatan jalan desa dengan panjang lahan ± 18 meter dan lebar keseluruhan tubuh bendung ± 8 meter. Bendung ini bertujuan untuk menampung atau menyimpan air dari Sungai Bemban dimana nantinya pada saat kemarau, tampungan di bendung akan dibuka melalui pintu penguras untuk bisa di manfaatkan petani sebagai cadangan air saat musim tanam ke 3 (MT 3) yaitu diantara bulan Juli sampai – September. Pola operasi bendung dan pintu

penguras ini akan memegang peranan penting dalam memenuhi kebutuhan irigasi petani. Adapun ukuran teknis bendung dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Data Teknis Rencana Bendung

Parameter Desain Teknis	Nilai	Satuan
Debit banjir rencana (Q 20 tahun)	4,02	m ³ /det
Lebar bendung total	8	m
Tinggi rencana pelimpah	2,5	m
Lebar pilar + pintu penguras	1,2	m
Lebar pelimpah	3,8	m
Lebar pelimpah total	5	m
Elevasi puncak pelimpah	+ 8,41	mdpl
Elevasi dasar hulu pelimpah	+ 5,91	mdpl
Elevasi puncak bendung	+ 9,31	mdpl

Sumber: Analisa,

3.3. Analisa Intensifikasi Jaringan Irigasi

3.3.1. Estimasi Rencana Tampungan Bendung

Rencana ideal tampungan bendung pada studi ini yaitu harus mampu menampung debit untuk dimanfaatkan pada masa tanam ke 3 (Juli – September) karena berdasarkan analisa, debit andal DAS Bemban sudah tidak mampu mengalir areal persawahan yang direncanakan akan ditanam pada periode tanam ke 3. Diasumsikan pada masa tanam ke 3, hujan tidak pernah turun lagi hingga pada bulan Oktober sehingga volume tampungan ditambah dengan *base flow* andalan DAS Bemban harus bisa sepenuhnya mengairi areal sawah yang direncanakan untuk penanaman pada periode tanam tersebut. Adapun berdasarkan rencana pola tanam, pada masa tanam ke 3 akan ditanami padi seluas $\pm$ 4 ha. Luasan ini dapat berubah lebih kecil atau menjadi lebih besar bergantung dari debit yang disimulasikan untuk luasan tanam rencana. Perhitungan simulasi tampungan dapat dilihat pada tabel 8, dimana debit simulasi yang ditampilkan hanya untuk rencana luas 4 ha pada masa tanam ke 3.

Tabel 8. Simulasi Tampungang Bendung Rencana

Uraian	Nilai	Satuan
Panjang tampungan	500	m
Lebar tampungan	15	m
Kedalaman tampungan	2,5	m
Luas tampungan	7.500	m ²
Volume tampungan	18.750	m ³
Debit tampungan dalam masa 3 bulan	2,41	ltr/det
Debit andalan terkecil di bulan kering	2,27	ltr/det
Asumsi <i>inflow</i> hujan	0	ltr/det
Total debit tampungan	4,68	ltr/det
Debit kebutuhan 1 ha padi	1,00	ltr/det

Sumber: Analisa,

Berdasarkan tabel 8, diharapkan pada bulan Juli - September tersedia debit $\pm 4,68$ ltr/det di tampungan untuk mengalir ke 4 ha areal sawah rencana di masa tanam ke 3. Debit tampungan dapat disimulasikan berubah-ubah menyesuaikan dengan keinginan perencanaan.

3.3.2. Pola Operasi Bangunan Utama

Pola operasi bangunan bendung dan pintu pengurasnya sangat penting dalam usaha memberikan air ke lahan sawah maupun dalam melindungi areal persawahan dari banjir. Pada studi ini, fokus pembahasannya yaitu pola operasi bendung dalam hal ini pemanfaatan air limpasan pelimpah (mercu) dan operasi pintu pengurasnya.

Berdasarkan tabel 6, secara garis besar, keandalan debit 80% (Q 80%) pada DAS Bemban mampu mengairi seluruh areal sawah. Namun, pada bulan Juli – September (puncak musim panas), DAS Bemban mulai tidak mampu lagi mengairi keseluruhan lahan sawah potensial (kebutuhan air irigasi sebesar 1 ltr/det/ha). Masih mengacu pada tabel 6 tersebut, pada musim penghujan terdapat debit andalan lebih dari 13 ltr/det kecuali pada bulan November periode I yang merupakan awal musim tanam pada alternatif rencana pola tanam terpilih dan bulan Juli – September yang merupakan puncak musim kemarau. Berdasarkan Kriteria Perencanaan Irigasi (KP-01) Direktorat Irigasi dan Rawa, angka satuan kebutuhan air normal di sawah untuk pertumbuhan padi pada musim hujan sebesar 0,725 ltr/ha sehingga diperlukan 9,425 ltr/det/ha untuk areal seluas 13 ha. Berdasarkan tabel 6, debit andal rerata pada periode I dan II bulan November sebesar 9,78 ltr/det sehingga tidak menjadi masalah jika petani mulai menanam pada periode tersebut.

Kemudian, kebutuhan air irigasi pada MT 1 dan MT 2 secara operasional akan dipenuhi dengan memanfaatkan debit yang melimpas diatas bangunan pelimpah. Hal ini berdasarkan data di tabel 6, dimana rerata debit andal pada musim penghujan (kecuali Juli – September) sebesar $\pm 18,72$ ltr/det sehingga angka ini diasumsikan sebagai debit limpasan minimal yang dapat diberikan oleh pelimpah sepanjang musim penghujan. Kebutuhan air irigasi yang ditetapkan

sebesar 13 ltr/det/ha untuk setiap masa tanam (MT 1 dan MT2) di musim penghujan nantinya akan dipenuhi oleh debit yang melimpas dari pelimpah bendung sebesar 18,72 ltr/det, namun dengan catatan pintu penguras pada bendung selalu tertutup selama musim hujan tersebut (pintu penguras dibuka hanya untuk mengantisipasi debit banjir berlebih sewaktu hujan).

Selanjutnya, pada kondisi musim kemarau, diasumsikan tidak ada air yang melimpas dari pelimpah sehingga air yang terdapat pada tampungan bendung merupakan sumber utama pengairan ketika musim kemarau tiba. Hal ini telah sesuai dengan analisa yang dilakukan pada sub bab 3.3.1 mengenai estimasi rencana tampungan bendung yang debit airnya akan dimanfaatkan ketika musim kemarau (Juli – September). Pelaksanaan pemberian airnya dilakukan dengan membuka pintu penguras dengan bukaan pintu sesuai dengan debit yang dibutuhkan untuk mengalir areal sawah yang ditanami, dalam hal ini direncanakan 4 ha lahan yang akan ditanami padi. Pola operasi pintu seperti ini akan tetap berlangsung selama bulan Juli – September, kemudian pintu penguras akan ditutup kembali ketika musim hujan tiba di bulan Oktober. Begitulah seterusnya yang terjadi dalam pemanfaatan dan pola operasi pada bangunan bendung sepanjang tahun.

3.3.3. Analisa Hasil Panen Simulasi

Berdasarkan hasil intensifikasi jaringan irigasi yang sudah di analisis pada sub bab 3.3.1 mengenai estimasi rencana tampungan bendung dan sub bab 3.3.2 mengenai pola operasi bangunan utama maka diperlukan analisa hasil panen yang akan diperoleh petani ketika hal tersebut berjalan sesuai rencana. Penjabaran dua simulasi hasil panen (IP 230 dan IP 300) yang akan diperoleh petani dapat dilihat pada tabel 9 dan tabel 10, dengan perkiraan hasil panen Gabah Kering Giling (GKS) sebesar 5 ton/ha serta diasumsikan 60% dari GKS akan menjadi beras.

Tabel 9. Simulasi Panen Dengan IP 230

Periode Tanam	Luas Lahan (ha)	Hasil Panen GKS (ton/ha)	Total GKS (ton)	Beras yang diperoleh (kg)
MT 1	13	5	65	39.000
MT 2	13	5	65	39.000
MT 3	4	5	20	12.000
Total	30		150	90.000

Sumber: Analisa

Tabel 10. Simulasi Panen Dengan IP 300

Periode Tanam	Luas Lahan (ha)	Hasil Panen GKS (ton/ha)	Total GKS (ton)	Beras yang diperoleh (kg)
MT 1	13	5	65	39.000
MT 2	13	5	65	39.000
MT 3	13	5	65	39.000
Total	39		195	117.000

Sumber: Analisa

Mengacu pada data Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Bangka Selatan tahun 2022, wilayah Kecamatan Kepulauan Pongok mempunyai penduduk berjumlah 4.327 orang atau ± 1082 Kepala Keluarga (jika diasumsikan setiap 1 KK berjumlah 4 orang). Kemudian, jika 1 kepala keluarga (KK) diasumsikan membutuhkan 1 kg beras per hari, maka dibutuhkan ± 394.839 kg beras per tahun. Berdasarkan tabel 9 dan tabel 10, jika dihubungkan dengan kebutuhan beras penduduknya per tahun, maka masih terdapat banyak defisit/kekurangan untuk mencapai swasembada beras di wilayah Kecamatan Kepulauan Pongok.

Berangkat dari defisit/kekurangan ini, maka penulis memberikan simulasi tambahan untuk menentukan jumlah lahan persawahan yang harus dibuka ataupun diaktifkan jika ingin mencapai swasembada beras pada wilayah ini. Simulasi kebutuhan lahan persawahan dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Simulasi Kebutuhan Areal Sawah untuk Swasembada Beras jika Panen dengan IP 230 dan IP 300

Indeks Tanam Satu Tahun	Luas Panen (ha)	Hasil Panen Beras (kg)	Defisit Beras (kg/ tahun)	Kebutuhan Lahan Baru (ha)
IP 230	30	90.000	304.839	33,87
IP 300	39	117.000	277.839	30,87

Sumber: Analisa

4. Kesimpulan

Daerah Irigasi (DI) Pongok Bemban – Payak Ramai mempunyai luas lahan potensial ± 13 ha yang kewenangan pengelolaannya berada di bawah Pemerintah Kabupaten Bangka Selatan. Selain memanfaatkan air hujan, sumber air yang digunakan Masyarakat untuk mengairi persawahan ini adalah Sungai Bemban yang berada di bagian hulu dari areal persawahan. Berdasarkan hasil analisis pada studi ini, dapat disimpulkan bahwa pengembangan jaringan irigasi di Daerah Irigasi (DI) Pongok Bemban-Payak Ramai dapat meningkatkan indeks pertanaman (IP) dari 100% menjadi 230% dengan membangun bendung dan tampungannya. Pola operasi bendung dan pintu pengurasnya memegang peranan penting dalam memenuhi kebutuhan irigasi petani. Produksi beras dengan indeks pertanaman (IP) 230% mencapai 90.000 kg, namun masih terdapat defisit sebesar 304.839 kg untuk memenuhi kebutuhan beras di wilayah Kecamatan Kepulauan Pongok. Untuk mencapai swasembada beras, maka dibutuhkan lahan persawahan baru seluas 33,87 ha. Jika ingin meningkatkan indeks pertanaman (IP) menjadi 300%, maka dibutuhkan tampungan bendung yang lebih besar.

Daftar Pustaka

- Angguniko, B. Y., & Hidayah, S. (2017). Rancangan unit pengelola irigasi modern di Indonesia. *Jurnal Irigasi*, 12(1), 23–36.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. (2023). *Data Curah Hujan Tahun 2002 – 2022*. Provinsi Kepulauan Bangka Belitung: BMKG.
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Bangka Selatan Dalam Angka*. Bangka Selatan: BPS.

- Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang. (2023). *Data Hidrologi DAS di Kabupaten Bangka Selatan*. Bangka Selatan.
- Direktorat Irigasi dan Rawa. (2013). *Standar Perencanaan Irigasi-Kriteria Perencanaan Bagian Perencanaan Jaringan Irigasi (KP-01)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Giller, K., M.H. Beare, P. Lavelle, A.M.N. Izac, and M.J. Swift. (1997). Agricultural Intensification, Soil Biodiversity and Agroecosystem Function. *Applied Soil Ecology* 6(1): 3-16.
- Gohar, A. A., Amer, S. A., & Ward, F. A. (2015). Irrigation infrastructure and water appropriation rules for food security. *Journal of Hydrology*, 520, 85–100. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.11.036>
- Hatmoko, W., Radhika, Firmansyah, R., & Fathoni, A. (2018). Ketahanan air irigasi pada wilayah sungai di Indonesia. *Jurnal Irigasi*, 12(2), 65–76.
- Natakusumah, D.K. (2024). Hidrograf Satuan Sintetis Cara ITB dengan Faktor Debit Puncak (Kp) Berharga Eksak dan Numerik serta Durasi Hujan Satuan (Tr) yang Dinormalkan. *Media Komunikasi Teknik Sipil*. Volume 30, No. 1, 2024, 144-156.
- Perwitasari, S. D. N., & Bafdal, N. (2016). Penjadwalan irigasi berbasis neraca air pada system pemanenan air limpasan permukaan untuk pertanian lahan kering. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 4(2). Diperoleh dari <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep/article/view/15910>
- Soemarto, C.D. (1995). *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data Jilid II*. Bandung: Nova.
- Sri Harto, B. R. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Suhardjono. (2015). *Drainase Perkotaan*. Buku Ajar. Malang: Universitas Brawijaya.
- Suwarno, S. (2010). Meningkatkan produksi padi menuju ketahanan pangan yang lestari. *Jurnal Pangan*, 19(3), 233–243. <https://doi.org/10.33964/jp.v19i3.150>