

## Kajian Kelayakan Bendung Karet Sungai Pemali di Kabupaten Brebes

Pipit Skriptianata Putra Pranida

*Program Studi Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang, Jl. Pawiyatan Luhur, Bendan Dhuwur Semarang – 50235, Indonesia*

Email: [pipitsputra@untagsmg.ac.id](mailto:pipitsputra@untagsmg.ac.id)

Dikirim: 30 Januari 2022

Direvisi: 5 Maret 2022

Diterima: 5 Maret 2022

### ABSTRAK

Bendung karet merupakan salah satu tipe bendung gerak, berfungsi untuk menaikkan muka air dan melepaskannya pada saat banjir. Bendung model ini dapat berisi udara atau air. Kembang kempisnya bendung karet terjadi secara otomatis jika muka air mencapai elevasi yang ditentukan, penentuan elevasi ini diatur dengan mekanisme tertentu. Pembangunan Bendung Karet Sungai Pemali merupakan upaya untuk memenuhi kebutuhan air di Kawasan Industri Brebes (KIB) dan juga untuk air baku di sekitar Sungai Pemali. Kebutuhan air industri 2,78 m<sup>3</sup>/dt dan kebutuhan air baku sebanyak 0,28 m<sup>3</sup>/dt. Tampungan dari genangan bendung karet hanya mampu menyuplai air baku maksimal sebesar 0,04 m<sup>3</sup>/detik dan sebaiknya diarahkan untuk pemenuhan kebutuhan air baku warga di sekitar bendung karet Sungai Pemali. Pembangunan Bendung Karet Sungai Pemali untuk pemenuhan air baku Kawasan Industri Brebes (KIB) di ketiga alternatif dinyatakan tidak layak secara hidrologi (neraca air defisit selama 6 bulan) dan tidak layak secara ekonomi (jarak yang jauh dengan KIB yang relatif jauh dan biaya konstruksi yang terlalu mahal sehingga tidak menguntungkan). Untuk pemenuhan air baku di Kawasan Industri Brebes (KIB) lebih efisien digunakan potensi air yang ada di 3 (tiga) sungai terdekat (Sungai Cisanggarung, Sungai Babakan, dan Sungai Kabuyutan) dengan mempertimbangkan neraca air di masing-masing sungai tersebut.

**Kata kunci:** bendung, bendung karet, Sungai Pemali

### 1. PENDAHULUAN

Angka kemiskinan di Provinsi Jawa Tengah semakin mengalami penurunan dari tahun ke tahun, tetapi angka ini selalu di atas angka nasional. Untuk itu diperlukan upaya untuk menekan angka kemiskinan dan pengangguran dengan mendorong tumbuhnya perekonomian yang tinggi didukung infrastruktur. Hal ini mendasari pemerintah mengeluarkan kebijakan percepatan pertumbuhan ekonomi Jawa Tengah dengan target 7%. Salah satu upaya pemerintah adalah penyiapan rencana pembangunan sarana dan prasarana pendukung pengembangan Kawasan Industri Kabupaten Brebes (KIB) berupa sarana penyediaan air baku. Manajemen pengelolaan air yang benar perlu dilakukan sehingga air dapat dimanfaatkan secara maksimal, dengan cara mencegah air langsung terbuang ke laut tetapi dapat ditampung terlebih dahulu, sehingga pada musim kemarau bisa dimanfaatkan salah satunya untuk sumber air baku. Bendung karet merupakan salah satu tipe bendung gerak yang berfungsi untuk menaikkan muka air dan melepaskannya pada saat banjir. Bendung model ini dapat berisi udara atau air. Kembang kempisnya bendung karet terjadi secara otomatis jika muka air mencapai elevasi yang ditentukan, penentuan elevasi ini diatur dengan mekanisme tertentu. Sedangkan untuk mengembangkannya kembali dibutuhkan kompresor yang digerakkan oleh tenaga listrik (Hendrawijaya, 2020).

Sebagai upaya memenuhi kebutuhan air baku di Kabupaten Brebes dan Kawasan Industri Brebes (KIB) dalam Peraturan Presiden RI No.79 Tahun 2019 telah direncanakan pembangunan Bendung Karet Sungai Pemali. Pemerintah Provinsi Jawa Tengah sebagai pemegang wewenang dan tanggung jawab pengelolaan Wilayah Sungai Pemali Comal sebagaimana diamanatkan dalam Peraturan Menteri PUPR Nomor 4/PRT/M/2015 tentang Kriteria dan Penetapan Wilayah Sungai tahun 2015 melakukan Kajian Kelayakan Bendung Karet Sungai Pemali di Kabupaten Brebes dan terdapat 3 lokasi alternatif lokasi rencana pembangunan Bendung Karet Sungai Pemali. Lokasi Alternatif 1 terletak di Desa Wanatawang, Kecamatan Songgom dan Desa Rengaspendawa Kecamatan Larangan dengan jarak ke KIB 24,5 km. Lokasi Alternatif 2 terletak di Desa Wanacala, Kecamatan Songgom dan Desa Rengaspendawa, Kecamatan Larangan dengan jarak ke KIB 25,5 Km. Lokasi Alternatif 3 terletak di Desa Wanacala, Kecamatan Songgom dan Desa Rengaspendawa Kecamatan Larangan dengan jarak ke KIB 24,8 Km (Gambar 1).



**Gambar 1.** Tiga alternatif rencana lokasi bendung karet

Perencanaan dari pada bendung karet melibatkan banyak aspek seperti aspek pemilihan dari bendung karet itu sendiri (Arthono & Mulyawati, 2021). Beberapa aspek dari pembangunan bendung karet yang perlu dipertimbangkan yaitu (a) Alternatif penerapan bendung jenis lain yang lebih murah tanpa mengabaikan efektivitasnya bagi tujuan dibangunnya bendung; (b) Bendung karet hanya diterapkan pada kondisi yang apabila digunakan bendung tetap akan menimbulkan peningkatan ancaman banjir yang sulit diatasi; (c) Alternatif bendung karet dipilih apabila bendung gerak jenis lain tidak bisa menjamin kepastian pembukaan bendung pada saat banjir datang, mengingat daerah yang harus diamankan terhadap ancaman banjir merupakan kawasan penting.

Menurut Soekrasno (2015), aspek-aspek pemilihan lokasi bendung yang perlu untuk diperhatikan terdiri dari aspek rejim sungai, aspek ketersediaan ruang pada lokasi bendung dan aspek kesepakatan antar pemangku kepentingan (*stakeholder*). Menurut Kriteria Perencanaan Irigasi KP 02 Tahun 2013, agar mendapatkan infrastruktur bendung yang efektif, efisien dan andal perlu memenuhi syarat-syarat pemilihan alternatif lokasi sebagai berikut:

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| 1. Pertimbangan topografi                 | 7. Luas daerah layanan               |
| 2. Kemantapan geoteknik                   | 8. Luas Daerah Tangkapan Air         |
| 3. Pengaruh hidrolik                      | 9. Tingkat kemudahan pencapaian      |
| 4. Pengaruh regime sungai                 | 10. Biaya pembangunan                |
| 5. Tingkat kualitas saluran induk         | 11. Kesepakatan pemangku kepentingan |
| 6. Ruang untuk bangunan pelengkap bendung |                                      |

Syarat bendung harus memenuhi beberapa faktor yaitu bendung harus stabil dan mampu menahan tekanan air pada waktu banjir, pembuatan bendung harus memperhitungkan kekuatan daya dukung tanah di bawahnya, bendung harus dapat menahan bocoran (*seepage*) yang disebabkan oleh aliran air sungai dan aliran air yang meresap ke dalam tanah dan tinggi ambang bendung harus dapat memenuhi tinggi muka air minimum yang diperlukan untuk seluruh daerah irigasi (Firnanda *dkk.*, 2016). Menurut Rimawan & Prasetyo (2013) kelayakan bendung bisa dilihat dari berbagai sisi yaitu teknis, lingkungan, sosial politik, pertahanan keamanan, ekonomi dan finansial. Kelayakan yang dianalisis terdiri dari 3 (tiga) lokasi rencana bendung karet yang dibatasi dari aspek segi teknis yaitu kelayakan secara hidrologi dan segi kelayakan ekonomi.

Dalam hal kelayakan hidrologi sebuah bendung harus memenuhi ketersediaan debit andalan yang dapat dimanfaatkan dan dapat mencukupi kebutuhan air yang diperlukan untuk dipenuhi, dalam hal ini adalah kebutuhan air Kawasan Industri Brebes (KIB) dan kebutuhan masyarakat sekitar perencanaan bendung karet. Rimawan & Prasetyo (2013) juga menjelaskan kelayakan ekonomi dalam pembangunan bendung karet. Investasi pasti mengharapkan return/benefit atau investasi harus layak. Penilaian terhadap kelayakan usaha secara ekonomis ditetapkan dengan kriteria kelayakan sebagai berikut:

- a. *Net Present Value* (NPV)

Menunjukkan jumlah dana tunai dari usaha perusahaan yang berhasil dikumpulkan dari tahun ke tahun jika dinilai pada keadaan sekarang dengan menggunakan metoda *discounted value* atau faktor bunga efektif yang berlaku pada keadaan sekarang.

$NPV = \text{jumlah present value penerimaan} - \text{jumlah present value pembiayaan}$

Untuk suatu tingkat suku bunga (interest rate), nilai NPV bisa positif, bisa nol, atau bisa negatif. Sebuah proyek dikatakan layak (menguntungkan) bila NPV lebih besar dari nol (positif). Jika NPV = nol berarti proyek tidak untung tapi juga tidak rugi. Jika NPV kecil dari nol (negatif) berarti proyek rugi.

b. *Internal Rate of Return*

Menunjukkan kemampuan dari usaha perusahaan dari tahun ke tahun dalam menghasilkan dana tunai untuk memberikan nilai *return / deviden* rata-rata tahunan dalam bentuk persentase terhadap nilai investasi. Besar *interest rate* yang memberikan NPV = 0 atau *interest rate* yang memberikan

$Pv \text{ cost} = Pv \text{ Revenue}$

Jika *interest rate* yang dibebankan lebih besar dari IRR, proyek akan rugi. Jika lebih kecil proyek untung. IRR dapat dihitung dengan NPV untuk berbagai tingkat interest rate sehingga mendapatkan angka positif dan negatif. IRR dihitung dengan interpolasi kedua harga NPV tersebut.

c. *Benefit Cost Ratio (B-C Ratio)*

B-C Ratio merupakan perbandingan jumlah Pv Revenue dengan Pv Cost untuk suatu interest rate tertentu. Ada tiga kemungkinan besaran B-C Ratio:

1. B-C Ratio > 1; untuk interest rate tersebut, Pv Revenue > Pv Cost, Proyek layak/menguntungkan, NPV > 0.
2. B-C Ratio = 1; untuk interest rate tersebut, Pv Revenue = Pv Cost, Proyek tidak untung/tidak rugi, NPV = 0
3. B-C Ratio < 1; untuk interest rate tersebut, Pv Revenue < Pv Cost, Proyek rugi, NPV < 0.

Analisis kebutuhan air dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk dan proyeksi jumlah penduduk. Angka pertumbuhan penduduk bisa didapatkan dari dinas-dinas terkait seperti BPS, angka pertumbuhan penduduk juga dapat dihitung berdasarkan data jumlah penduduk kawasan tersebut. Persamaan yang digunakan untuk perhitungan pertumbuhan penduduk adalah:

$$\text{Angka pertumbuhan (\%)} = \frac{\sum \text{Penduduk}(n) - \sum \text{Penduduk}(n-1)}{\sum \text{Penduduk}(n-1)} \dots \dots \dots (1)$$

Dari angka pertumbuhan penduduk dalam persen dapat digunakan untuk memproyeksikan jumlah penduduk sesuai dengan jangka waktu yang diinginkan. Persamaan ataupun metode yang dapat digunakan untuk memproyeksikan jumlah penduduk adalah sebagai berikut:

$$P_n = P_o + (1 + r)^n \dots \dots \dots (2)$$

di mana  $P_n$  = Jumlah penduduk pada tahun ke- $n$ ,  $P_o$  = jumlah penduduk pada awal tahun dan  $R$  = prosentase pertumbuhan. Analisis kebutuhan air industri dilakukan dengan berdasarkan kriteria perencanaan air bersih yang menjelaskan tentang kebutuhan air industri adalah sebesar 0,2 sd 0,8 liter/detik/Ha hingga dengan mengalikan dengan luasan masing-masing kawasan industri yang ada (Soemarto & Indarto, 1999).

Debit Andalan adalah debit minimum sungai dengan besaran tertentu yang mempunyai kemungkinan terpenuhi yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan (Triatmodjo, 2010). Untuk mendapatkan debit andalan sungai, maka nilai debit yang dianalisis adalah dengan metode Mock dengan aturan menurut tahun pengamatan yang diperoleh, harus diurut dari yang terbesar sampai yang terkecil. Selanjutnya dihitung tingkat keandalan debit tersebut dapat terjadi, berdasarkan probabilitas kejadian mengikuti rumus Weibull (Soemarto & Indarto, 1999).

$$P \% = m / (n + 1) \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

dengan  $P$  : Probabilitas terjadinya kumpulan nilai yang diharapkan selama periode pengamatan (%),  $m$  : Nomor urut kejadian, dengan urutan variasi dari besar ke kecil dan  $n$  : Jumlah data.

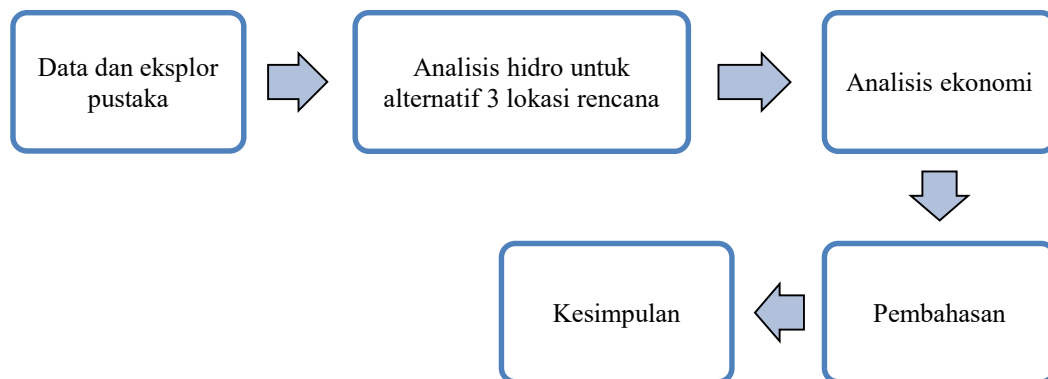
Neraca air (water balance) merupakan neraca masukan dan keluaran air disuatu tempat pada periode tertentu sehingga dapat untuk mengetahui air tersebut kelebihan (surplus) ataupun kekurangan (defisit) (Badan Litbang Pertanian, 2010). Dari neraca air ini dapat diketahui tentang ketersediaan air (water available) maupun jumlah kebutuhan air (water requirement).

Analisis ekonomi dilakukan untuk menentukan kelayakan secara ekonomi bangunan infrastruktur yang akan dilakukan perencanaan dan pembangunan. Adapun analisis yang akan dilakukan adalah dengan melakukan perhitungan BCR (Benefit Cost Rasio), NPV (Net Present Value) dan IRR (Internal Rate of Return). Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menentukan komponen biaya modal pembangunan atau Cost (C) yang terdiri dari: Biaya perencanaan DED, studi LARAP, studi dokumen lingkungan, pembebasan lahan, konstruksi bendung karet dan saluran air baku, konstruksi tampungan air di sekitar KIB dan biaya Operasional dan Pemeliharaan (O&P)
2. Menentukan komponen manfaat atau Benefit (B) yang terdiri dari komponen hasil penjualan air ke KIB (Kawasan Industri Brebes) dan kepada masyarakat pengguna air baku.
3. Melakukan penentuan usia efektif bendung karet dalam hal ini adalah 25 tahun.
4. Melakukan analisis Present Value (PV) baik komponen Biaya atau Cost (C) maupun komponen Manfaat atau Benefit (B)
5. Melakukan analisis kelayakan ekonomi dengan melakukan analisis BCR (Benefit Cost Rasio), NPV (Net Present Value) dan IRR (Internal Rate of Return).

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dapat diilustrasikan seperti dalam Gambar 2 berikut ini.



**Gambar 2.** Metode penelitian

Analisis hidro terhadap 3 (tiga) lokasi alternatif perencanaan bendung meliputi analisis kebutuhan dan ketersediaan air yang dilanjutkan dengan analisis optimasi neraca air untuk menentukan kelayakan hidrologinya. Kemudian disusun dengan analisis kelayakan ekonominya, yang kedua analisis ini menjadi dasar pembahasan untuk menemukan suatu desain yang layak baik secara teknis hidro maupun ekonomi dan lingkungan.

## 3. HASIL DAN DISKUSI

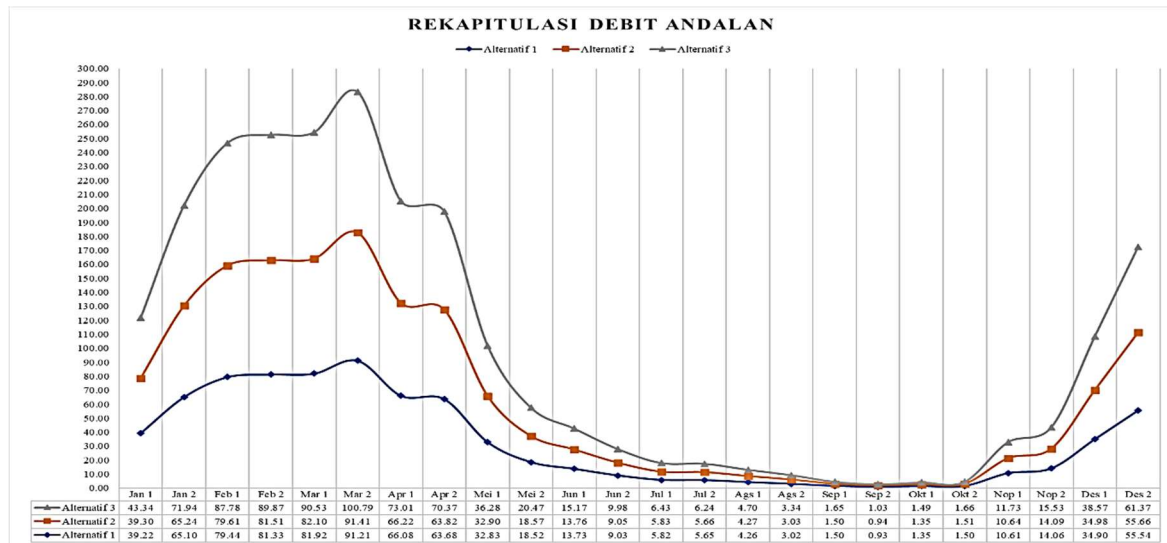
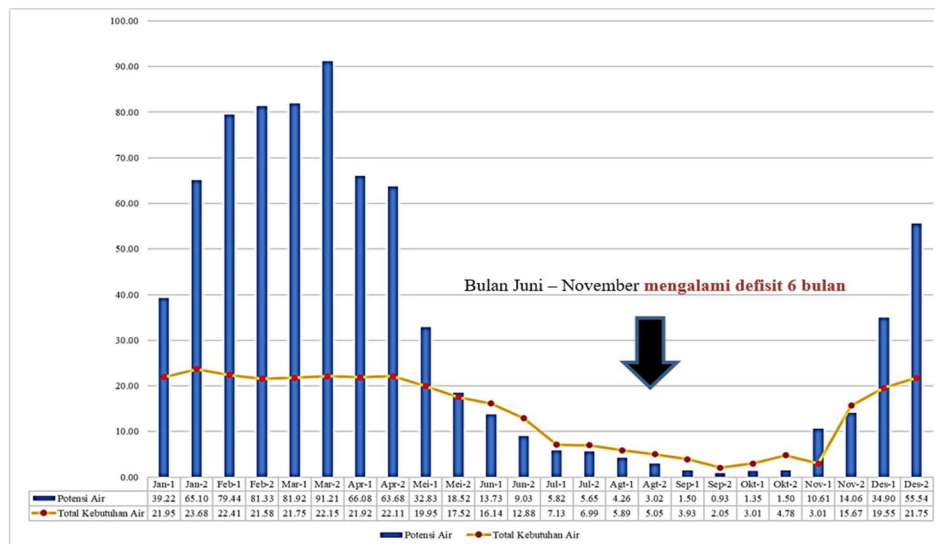
Analisis kebutuhan air ini ditunjukkan seperti dalam Tabel 1 dan Tabel 2. Analisis ketersediaan air ditampilkan seperti dalam Gambar 3. Selanjutnya dilakukan simulasi dan optimasi neraca air pada rencana Bendung Karet Sungai Pemali untuk alternatif lokasi yang paling hilir, yaitu alternatif 3, karena dapat mewakili kondisi alternatif lokasi lainnya, dan hasilnya ditampilkan seperti dalam Gambar 4. Kemudian dilakukan analisis simulasi tampungan untuk masing-masing alternatif lokasi untuk mengetahui kelayakan secara hidrologi atau ketersediaan airnya, ditampilkan seperti dalam Gambar 5, 6, dan 7. Kondisi neraca air di ketiga alternatif lokasi menunjukkan adanya defisit ketersediaan air selama 6 (enam) bulan.

**Tabel 1.** Kebutuhan air Kawasan Industri Brebes (KIB)

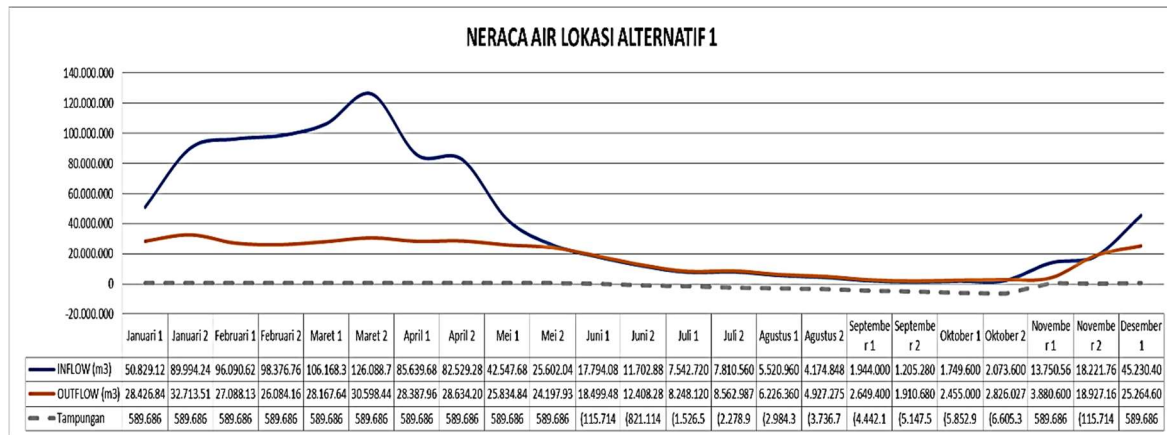
No	Kecamatan	Luas Area	Kebutuhan Standar Industri	Tingkat Pelayanan	Kebutuhan Air	
		Ha	lt/det/Ha		lt/dt	m3/dt
1	Bulakamba	1,063.21	0.7	70%	520.97	0.521
2	Kersana	104.01	0.7	70%	50.96	0.051
3	Ketanggungan	352.00	0.7	70%	172.48	0.172
4	Losari	971.64	0.7	70%	476.10	0.476
5	Tanjung	3,053.59	0.7	70%	1496.26	1.496
6	Wanasari	143.91	0.7	70%	70.52	0.071
Total		<b>5,688.36</b>			<b>2787.30</b>	<b>2.787</b>

**Tabel 2.** Kebutuhan air baku di Kecamatan Larangan

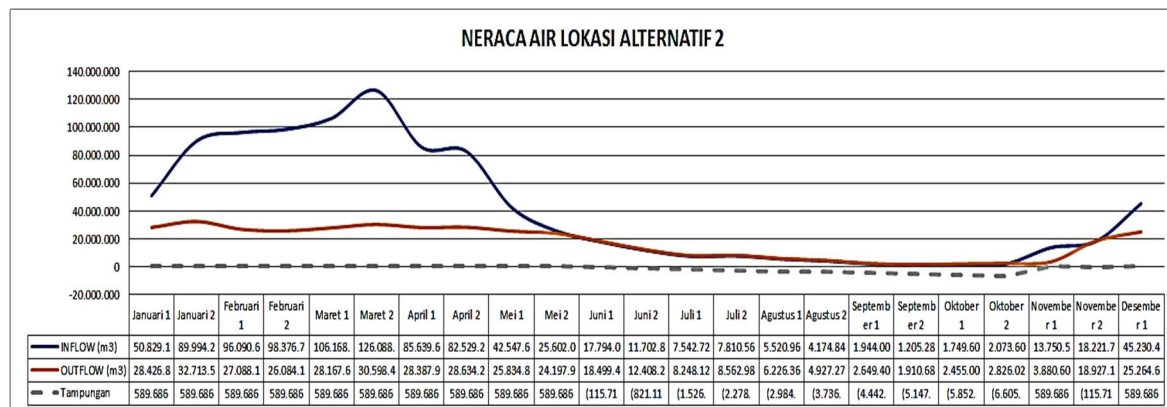
Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Air m <sup>3</sup> /detik
2021	208,213	<b>0.28</b>
2025	215,600	<b>0.29</b>
2030	223,249	<b>0.30</b>
2035	231,170	<b>0.31</b>
2040	239,372	<b>0.32</b>

**Gambar 3.** Rekapitulasi debit andalan Q90 dengan metode *Weibull***Gambar 4.** Neraca air bendung alternatif lokasi 3 (paling hilir)

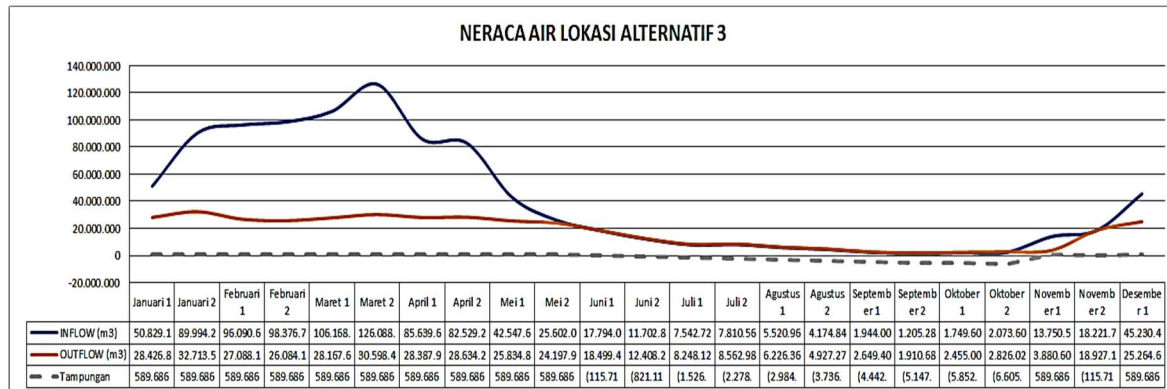




Gambar 5. Simulasi tampungan lokasi alternatif 1 untuk fungsi air baku industri dan masyarakat



Gambar 6. Simulasi tampungan lokasi alternatif 2 untuk fungsi air baku industri dan masyarakat



Gambar 7. Simulasi tampungan lokasi alternatif 3 untuk fungsi air baku industri dan masyarakat

Dari analisis kelayakan ekonomi, didapatkan nilai BCR <1, sehingga nilai NPV: Negatif dan IRR yang tidak dapat dihitung. Kesimpulannya yaitu bahwa pembangunan bendung adalah tidak menguntungkan/tidak layak. Demikian juga dilakukan analisis kelayakan ekonomi untuk kedua lokasi alternatif yang lain dan diperoleh hasil nilai BCR <1. Rekapitulasi analisis kelayakan ekonomi ini ditampilkan seperti dalam Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Analisis ekonomi pembangunan Bendung Keret Sungai Pemali untuk air baku KIB dan Masyarakat

Alternatif Lokasi	Benefit Cost Ratio (BCR)	Net Present Value (NPV)	Internal Rate of Return (IRR)
Alternatif 1	0,996	-5.064.589,489	Tidak Bisa Dihitung karena NPV Negatif
Alternatif 2	0,935	-80.369.010,903	Tidak Bisa Dihitung karena NPV Negatif
Alternatif 3	0,992	-9.842.560,674	Tidak Bisa Dihitung karena NPV Negatif

#### 4. KESIMPULAN

Pembangunan Bendung Karet Sungai Pemali untuk pemenuhan air baku Kawasan Industri Brebes (KIB) di ketiga alternatif dinyatakan tidak layak secara hidrologi (neraca air defisit selama 6 bulan) dan tidak layak secara ekonomi (jarak yang jauh dengan KIB yang relatif jauh dan biaya konstruksi yang terlalu mahal sehingga tidak menguntungkan).

Beberapa saran dan rekomendasi yang dapat diberikan adalah: (1) Untuk membantu kebutuhan air baku Kawasan Industri Brebes (KIB) dan warga di sekitar Sungai Pemali diperlukan pembangunan waduk atau tampungan air yang besar lainnya (long storage, dll) atau tampungan air yang cukup banyak karena potensi air Sungai Pemali yang terbuang cukup besar ( $608.816.644 \text{ m}^3$ ), (2) Diperlukan studi lanjutan untuk mempersiapkan pembangunan waduk atau tampungan air yang besar lainnya (long storage, dll) atau tampungan air yang cukup banyak jika tidak tersedia lahan yang luas di Sungai Pemali untuk menangkap potensi air yang ada pada saat musim penghujan dan dimanfaatkan pada musim kemarau, (3) Untuk pemenuhan air baku di Kawasan Industri Brebes (KIB) lebih efisien digunakan potensi air yang ada di 3 (tiga) sungai terdekat (Sungai Cisanggarung, Sungai Babakan, dan Sungai Kabuyutan) dengan mempertimbangkan neraca air di masing-masing sungai tersebut, (4) Pemanfaatan debit Sungai Pemali sebaiknya diperuntukan untuk pemenuhan air baku warga di DAS Pemali yang juga masih memerlukan sumber air baku untuk pemenuhan kebutuhannya di musim kemarau.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arthono, A., & Mulyawati, F. (2021). *Peranan Bendung Karet dalam Pengembangan Sumberdaya Air*. Jurnal Tiarsie. <https://jurnalunla.web.id/tiarsie/index.php/tiarsie/article/view/96>
- Badan Litbang Pertanian. (2010). <https://www.litbang.pertanian.go.id/>
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. 2013. *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan (KP)-01*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. 2013. *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan (KP)-02*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. 2013. *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan (KP)-06*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. 2013. *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan (KP)-08*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Firnanda, A., Fauzi, M., & Siswanto, S. (2016). Analisis Stabilitas Bendung (Studi Kasus: Bendung Tamiang). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, 3(2), 1–11.
- Hendrawijaya, R. (2020). *Perencanaan Bendung Karet Sungai Blorong Kabupaten Kendal Jawa Tengah* [Universitas Semarang]. <https://eskripsi.usm.ac.id/detail-C11A-1218.html>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (2015). *PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT REPUBLIK INDONESIA NOMOR 04/PRT/M/2015 TENTANG KRITERIA DAN PENETAPAN WILAYAH SUNGAI*.
- Republik Indonesia, B. (2019). *PERPRES No. 79 Tahun 2019 tentang Percepatan Pembangunan Ekonomi Kawasan Kendal—Semarang—Salatiga—Demak—Grobongan, Kawasan Purworejo—Wonosobo—Magelang—Temanggung, dan Kawasan Brebes—Tegal—Pemalang [JDIH BPK RI]*. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/126139/perpres-no-79-tahun-2019>
- Rimawan, R., & Prasetyo, A. (2013). Analisis Kelayakan Bendung Cipasauran Sebagai Sumber Air Baku Bagi Pt Krakatau Tirta Industri. *JURNAL TEKNIK HIDRAULIK*, 4(2), 129–142. <https://doi.org/10.32679/jth.v4i2.506>
- Soekrasno. (2015). *Sebelas Syarat Penentuan Lokasi Bendung Irigasi*. *Jurnal Irigasi*, 10(1), 33–40. <https://doi.org/10.31028/ji.v10.i1.33-40>
- Soemarto, C. D., & Indarto, P. W. (1999). *Hidrologi teknik*. Erlangga.
- Triatmodjo, B. (2010). *HIDROLOGI TERAPAN*. Beta Offset Yogyakarta.