



p-ISSN 2089-6085 | e-ISSN 2798-5601

JT

TAMÉH

JOURNAL OF
CIVIL ENGINEERING

Volume 13 No. 1, Juni 2024

Department of Civil Engineering
Faculty of Engineering
University of Muhammadiyah Aceh

Analisis Tipe Rumah Tinggal Terhadap Ancaman Bahaya Tsunami Di Kota Banda Aceh <i>Husaini, Widya Soviana</i>	1 - 11
Kajian Penggerusan (Scouring) Pada Dinding Saluran Air Waringin Jaya Kecamatan Bojonggede Kabupaten Bogor <i>Chika Restu Maulidina, Feril Hariati, Jantiara Eka Nandiasa, Fadhila Muhammad Libasut Taqwa</i>	12 - 23
Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar <i>Vina Listia, Yulia, Mirza Muazzin</i>	24 - 35
Analisis Kelayakan Tarif Bus Trans Koetaradja Berdasarkan Ability To Pay (ATP) Koridor 2A Pusat Kota - Blang Bintang <i>Ricky Maulana, Amalia Effendy, Mery Silviana</i>	36 - 42
Evaluasi Rasio Kapasitas Plat Lantai Jembatan Pangwa Berdasarkan Mutu Beton Aktual <i>Munawir, Basil Auzan</i>	43 - 54
Analisis Pengaruh Pengalaman dan Karakter Sumber Daya Manusia Terhadap Kualitas Pekerjaan Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Kecamatan Kuta Alam dan Syiah Kuala) <i>Bunyamin, Heru Pramanda, Wahyu Diara, David Sarana</i>	55 - 66



Analisis Tipe Rumah Tinggal Terhadap Ancaman Bahaya Tsunami Di Kota Banda Aceh (Studi Kasus: Kecamatan Kuta Alam dan Syiah Kuala)

Husaini¹, Widya Soviana^{2*}

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Aceh

*Corresponding author, email address: widya.soviana@unmuha.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received 23 Juni 2024

Accepted 28 Juni 2024

Online 30 Juni 2024

ABSTRAK

Bencana tsunami yang terjadi pada Tahun 2004 telah menghancurkan rumah masyarakat yang tinggal di pesisir Kota Banda Aceh. Pembangunan kembali rumah-rumah di kawasan semula dapat meningkatkan risiko bencana tsunami pada masa yang akan datang. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat bagaimana tipe bangunan yang cenderung dipilih oleh masyarakat dan bagaimana tingkat kerentanan bangunan rumah tinggal terhadap bencana tsunami di Kecamatan Kuta Alam dan Kecamatan Syiah Kuala. Penelitian ini menggunakan kuesioner yang dibagikan kepada masyarakat di Kecamatan Kuta Alam dan Syiah Kuala dengan jumlah responden sebanyak 105 orang melalui teknik *sampling*. Survei dilakukan untuk memperoleh representative tipe bangunan rumah pada lokasi penelitian. Pengolahan data menggunakan SPSS dengan analisis uji validitas dan uji reliabilitas. Hasil uji validitas diperoleh nilai rata-rata R hitung sebesar 0,1918 dan lebih besar dari nilai r tabel, sehingga kuesioner dinyatakan valid. Hasil uji reliabilitas diperoleh nilai *cronbach Alpha* 0,671, dimana lebih besar dari 0,6 dan reliabel. Tipe bangunan rumah di kecamatan Kuta Alam dan Syiah Kuala didominasi dengan rumah tipe B (baik) dan tipe C (kurang baik). Tingkat kerentanan bangunan rumah tinggal terhadap bencana tsunami di Kecamatan Kuta Alam diperoleh dari kerentanan rendah, sedang hingga tinggi. Sedangkan Kecamatan Syiah Kuala diperoleh tingkat kerentanan sedang dan tinggi. Kondisi fisik lingkungan di Kecamatan Kuta Alam dan Kecamatan Syiah Kuala diperoleh 19% kawasan pesisir pantainya masih alami dan 81% lingkungannya terdapat batu grib dan mangrove. Persentase tingkat kerentanan bangunan rumah di kecamatan Kuta Alam tergolong dalam tiga kelas, yaitu rendah dengan presentase 45,45%, sedang 45,45% dan tinggi 9,09% dari total 11 desa. Adapun pada Kecamatan Syiah Kuala meliputi tingkat kerentanan bangunan rumah diperoleh dua kelas, yakni sedang dengan presentase 40% dan tinggi 60% dari total 10 desa. Oleh karenanya, diperlukan peningkatan struktur bangunan rumah tinggal masyarakat pada kawasan pesisir seperti membangun bangunan rumah tinggal berlantai dua atau lebih.

Kata Kunci : Rumah Tinggal, Kerentanan Bangunan, Bencana Tsunami.

ABSTRACT

People who lived on the Banda Aceh City shoreline lost their houses in the 2004 tsunami tragedy. The likelihood of a tsunami tragedy in the future might rise if homes are rebuilt in the original location. The goal of this study was to determine the most common building types and the degree of susceptibility of residential structures to the tsunami catastrophe in the districts of Kuta Alam and Syiah Kuala. Through a sample approach, a

questionnaire was given out to the community in the districts of Kuta Alam and Syiah Kuala, with a total of 105 responses. To gather representative home building types at the research site, a survey was undertaken. data processing with the use of the validity and reliability tests in SPSS. The questionnaire was deemed legitimate as a result of the validity test, which produced average R count values of 0.1918 and higher than the value of r table. The reliability test findings were dependable since they had a Cronbach Alpha score of 0.671, which is higher than 0.6. The predominant home types in the Kuta Alam and Syiah Kuala subdistricts are type B (good) and type C (poor) dwellings. Low, medium, and high levels of vulnerability were used to determine how vulnerable residential buildings were to the tsunami tragedy in the Kuta Alam District. The Syiah Kuala District, meanwhile, had high and moderate degrees of vulnerability. According to the physical state of the environment in the districts of Kuta Alam and Syiah Kuala, 19% of the coastal regions are still in their original state, and 81% of the territory is made up of grib stones and mangroves. In the Kuta Alam sub-district, there are 11 villages overall, with the percentage of vulnerable structures falling into one of three categories: low (45.45%), medium (45.45%), or high (9.09%). In the Syiah Kuala District, however, the degree of vulnerability of residential structures was determined from a total of 10 villages, and it was divided into two classes: medium, with a percentage of 40%, and high, with a percentage of 60%. As a result, it's important to upgrade the design of communal housing in coastal locations, such as by constructing homes with two or more levels.

Key Words : Houses, Building Vulnerability, Tsunami Disaster

1. PENDAHULUAN

Kepulauan Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik yakni Lempeng Indo-Australia, Eurasia dan Lempeng Pasifik yang saling berbenturan. Oleh karena itu kepulauan Indonesia rawan terhadap bencana alam seperti gempa bumi, tsunami, letusan gunung dan tanah longsor. Tsunami adalah salah satu bencana alam yang menimbulkan kerusakan hebat yang berdampak pada jatuhnya korban jiwa dan kerusakan sarana dan parasarana kehidupan masyarakat [1].

Kecamatan Kuta Alam dan Syiah Kuala merupakan salah satu wilayah yang berada di Kota Banda Aceh dan berdampak pada saat bencana tsunami Tahun 2004. Bencana tersebut telah menimbulkan korban jiwa dalam jumlah yang cukup besar dan menghancurkan berbagai infrastruktur yang ada. Hal yang langsung berdampak pada kehidupan masyarakat adalah rumah tinggal yang tersapu oleh gelombang tsunami. Umumnya, bangunan rumah yang rusak parah hingga mengalami kehancuran berada dalam radius 2 km dari garis pantai [2].

Berdasarkan uraian permasalahan diatas, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tipe bangunan rumah tinggal masyarakat, kondisi lingkungan dan tingkat kerentanan bangunan rumah tinggal di wilayah Kecamatan Kuta Alam dan Kecamatan Syiah Kuala. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi bagi masyarakat dan pemerintah dalam melakukan upaya mitigasi bencana tsunami di wilayah Kota Banda Aceh.

Tsunami dapat diartikan sebagai gelombang laut yang disebabkan oleh gempa bumi dengan pusat di bawah laut, letusan gunung api bawah laut, longsor di bawah laut, dan atau hantaman meteor di laut [3]. Dalam pendapat lain tsunami merupakan pergerakan air laut yang terjadi secara vertikal. Perubahan dari permukaan laut ini disebabkan oleh gempa bumi yang berasal dari bawah laut, letusan gunung berapi bawah laut, longsor bawah laut, atau hantaman meteor di laut, gelombang tsunami bisa menjalar di segala arah [4].

rumah berdasarkan Undang- undang Nomor 1 Tahun 2011 Tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman adalah bangunan gedung yang berfungsi sebagai tempat tinggal yang layak huni, sarana pembinaan keluarga, cerminan harkat dan martabat penghuninya, serta aset bagi pemiliknya [5]. Rumah hunian yang ideal adalah rumah hunian yang berkualitas dan harganya terjangkau. Dalam pemilihan hunian rumah harus mempertimbangkan aspek fisik maupun aspek ekonominya [6]. Pada kawasan risiko bencana tsunami rumah seharusnya memiliki keandalan yang cukup tahan terhadap ancaman bencana.

Adapun tipe rumah menurut Peraturan Menteri Negara Perumahan Rakyat Nomor : 11/PERMEN/M/2008 Mengenai Pedoman Keserasian Kawasan Perumahan dan Permukiman [7] terbagi atas :

1. Rumah Mewah

Perumahan mewah adalah perumahan yang terdiri atas kelompok rumah tidak bersusun yang dibangun di atas tanah dengan luas kavling 54 m^2 sampai dengan 2000 m^2 .

2. Rumah Menengah

Rumah berukuran sedang biasanya untuk masyarakat berpenghasilan menengah dan di atas rata-rata. Perumahan menengah terdiri atas rumah tidak bersusun yang dibangun di atas tanah dengan luas kavling 54 m^2 sampai dengan 600 m^2 .

3. Rumah Sederhana

Perumahan sederhana adalah jenis perumahan yang biasanya diperuntukkan bagi masyarakat berpenghasilan rendah (MBR) yang memiliki daya beli terbatas dan membutuhkan bantuan pemerintah, seperti bantuan/subsidi Kredit Kepemilikan Rumah (KPR). Rumah sederhana memiliki luas rumah 22 hingga 36 meter persegi dan luas tanah 60 m^2 hingga 75 m^2 .

Kerentanan bangunan secara teknis disebabkan beberapa faktor yaitu lokasi/topografi, penggunaan material dan bentuk bangunan yang kurang sesuai, kualitas dan sistem bangunan yang kurang memadai dengan tingkat kerawanan daerah gempa serta kondisi bangunan yang tidak terawat [6]. Nilai probabilitas kerusakan setiap rumah berbeda- beda, hal ini disebabkan karena jarak dari pusat gempa, kondisi tanah, topografi, dan jenis tanah yang terdapat di bawah masing-masing rumah berbeda [8]. Pada Tabel 1 berikut merupakan indikator kerentanan bangunan terhadap bencana tsunami.

Tabel 1. Indikator kerentanan bangunan terhadap *building condition* [9]

Tipe bangunan	Struktur bangunan	Tingkat ketahanan terhadap Dampak tsunami	Deskripsi
Tipe A	- Beton berlantai ≥ 3 lantai - Kolom bertulang diameter $\geq 30 \text{ cm}$ - Dinding bata - Pondasi beton bertulang (pondasi tiang pancang atau pondasi tapak)	- Bangunan tahan tsunami - Kondisi struktur kolom baik dan terhubung dengan tulangan pada pondasi - Ketinggian bangunan $> 9 \text{ m}$	Sangat baik
Tipe B	- Beton berlantai 2 - Kolom bertulang diameter $\geq 30 \text{ cm}$ - Dinding bata - Pondasi beton bertulang (pondasi tapa	- Bangunan tahan tsunami - Kondisi struktur kolom relatif baik - Ketinggian bangunan $> 9 \text{ m}$	Baik

Tipe C	- Beton berlantai 1 - Kolom ber diameter ≤ 20 cm - Dinding bata - Pondasi batu gunung	- Bangunan kurang tahan tsunami - Kondisi struktur kolom kurang baik - Bangunan terlampaui tsunami	Kurang baik
Tipe D	- Semi permanen - Tiang kayu - Dinding bata ≤ 1 meter - Pondasi batu gunung dangkal	- Bangunan tidak tahan tsunami - Struktur tiang dan pondasi lemah	Tidak baik
Tipe E	- Tidak permanen - Struktur terbuat dari material kayu	- Bangunan lemah mudah diterjang oleh air	Buruk

2. METODE PENELITIAN

Untuk penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan skala angka dan metode kualitatif yang dianalisis secara deskriptif. Terdapat dua sumber data yang digunakan dalam penelitian ini yakni data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan pada penelitian ini adalah kuesioner yang diberikan kepada masyarakat yang berdomisili di wilayah penelitian yakni Kecamatan Kuta Alam dan Kecamatan Syiah Kuala. Jenis kuesioner yang digunakan adalah pertanyaan tertutup, yaitu daftar pertanyaan dengan kemungkinan jawaban dari responden hanya memilih satu jawaban. Sedangkan data sekunder meliputi jumlah kepala keluarga yang dihimpun dari Badan Pusat Statistik Kota Banda Aceh (BPS). Data pendukung yang diperlukan lainnya berupa data ketinggian landaan tsunami tahun 2004 dan Peta Kecamatan Syiah Kuala dan Kuta Alam. Jenis kuesioner yang digunakan adalah pertanyaan tertutup, yaitu daftar pertanyaan dengan kemungkinan jawaban dari responden hanya memilih satu jawaban. Sedangkan data sekunder meliputi jumlah kepala keluarga yang dihimpun dari Badan Pusat Statistik Kota Banda Aceh (BPS). Data pendukung yang diperlukan lainnya berupa data ketinggian landaan tsunami.

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi survei dan pembagian kuesioner dilakukan di wilayah Kecamatan Kuta Alam dan Kecamatan Syiah Kuala. Wilayah Kuta Alam terletak pada latitude $5^{\circ}57'06.10''N$, longitude $95^{\circ}33'05.75''E$ dan Kecamatan Syiah Kuala pada latitude $5^{\circ}35'37.94''N$, Longitude $95^{\circ}19'47.18''E$.

2.2 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian berjumlah 23.212 jiwa [13] dengan sampel diperoleh menggunakan rumus Slovin dan persentase kelonggaran sebesar 10%. Pemilihan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *probability sampling* dengan teknik *simple random sampling*. Sampel yang dipilih memiliki peluang yang sama untuk setiap anggota populasi (masyarakat) yang dilakukan secara acak tanpa memperhatikan strata yang ada dalam populasi itu sendiri.

2.3 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data kuesioner dikumpulkan dengan mengunjungi responden dari rumah ke rumah guna meminta kesediaannya dalam mengisi kuesioner. Data pendukung diperoleh melalui studi literatur dan *searching* terhadap beberapa website resmi yang dipublikasi secara online. Selanjutnya data diolah dengan menggunakan frekwensi nilai yang diperoleh dari seluruh item kuesioner dan dibagikan dengan jumlah responden. Untuk analisis kerentanan bangunan rumah

tinggal masyarakat menggunakan analisis kerentanan gedung yakni *Building Tsunami Vulnerability* (BTV) sebagaimana yang dilakukan oleh Omira et al di Casablanca, Maroco [14].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Uji Validitas

Uji validitas dilakukan untuk mengetahui apakah item-item dalam kuesioner adalah valid. Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis diperoleh nilai masing-masing sampel $df = 105 - 2 = 103$. Maka nilai R_{tabel} untuk taraf signifikan 5% diperoleh sebesar 0,1918. Setelah dilakukan pengujian menggunakan SPSS maka didapatkan nilai validitas yang dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Hasil Uji Validitas

Item	Rhitung	Rtabel 5%	Sig	Kriteria
1	0,358	0,1918	0.000	Valid
2	0,602	0,1918	0.000	Valid
3	0,524	0,1918	0.000	Valid
4	0,550	0,1918	0.000	Valid
5	0,548	0,1918	0.000	Valid

Dari Tabel 3 di atas dapat diketahui hasil dari uji validitas terhadap terdapat lima indikator pertanyaan yang diteliti mempunyai nilai R hitung lebih besar dari R tabel. Dengan demikian uji validitas yang dilakukan pada semua pertanyaan dapat dilanjutkan ke proses analisis selanjutnya yaitu uji reliabilitas.

4.1 Uji Reliabilitas

Uji ini dilakukan guna mengetahui reliabel atau tidak suatu variabel dalam kuesioner yang dibuat. Perhitungan realibel ini dilakukan menggunakan rumus *Cronbach Alpha*. Nilai sebuah variabel dinyatakan reliabel jika nilai *Cronbach Alpha* melebihi nilai 0,6. Uji dilakukan secara bersamaan terhadap seluruh pertanyaan yang akan dibandingkan dengan nilai *Cronbach Alpha*. Tabel 4 berikut merupakan hasil uji reliabilitas terhadap masing-masing item yang diperoleh.

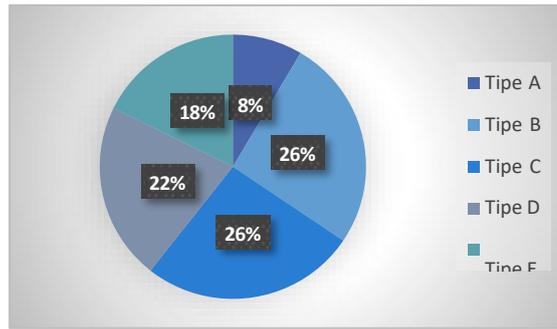
Tabel 4. Hasil Uji Reliabilitas

Item	<i>Cronbach Alpha</i> SPSS	Koefisien Korelasi	Keterangan
1	0.695	0,6	Reliabel
2	0.623	0,6	Reliabel
3	0.645	0,6	Reliabel
4	0.639	0,6	Reliabel
5	0.641	0,6	Reliabel

Dari hasil hitungan yang terdapat pada Tabel 4 di atas, dapat dilihat bahwa skor nilai koefisien *alpha* lebih besar dari nilai koefisien korelasi, yang menunjukkan bahwa tingkat kemantapan reliabilitas. Dengan begitu uji reliabilitas yang dilakukan pada variabel di atas menghasilkan reliabilitas tinggi.

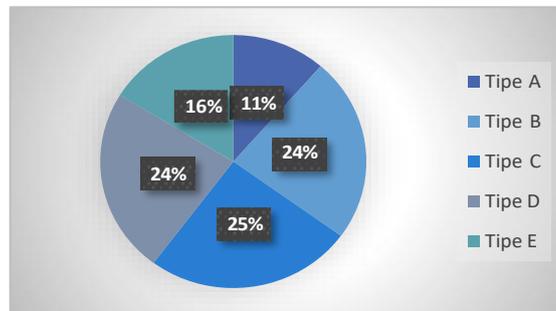
4.2 Klasifikasi Bangunan

Dari hasil survei diperoleh 5 klasifikasi tipe tipe rumah hunian di Kecamatan Kuta Alam dan Kecamatan Syiah Kuala. Klasifikasi rumah dibagi atas rumah susun (tipe A), rumah berlantai dua (tipe B), rumah berlantai satu (tipe C), rumah *couple* sederhana (tipe D) dan rumah non permanen (tipe E). Hasil yang diperoleh terhadap tipe rumah tinggal di Kecamatan Kuta Alam dapat dilihat dalam Gambar 4.



Gambar 4. Persentase Jumlah Tipe Rumah Tinggal di Kecamatan Kuta Alam

Untuk Kecamatan Syiah Kuala persentase jumlah tipe bangunan rumah tinggal dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Persentase Jumlah Tipe Rumah Tinggal di Kecamatan Syiah Kuala

Berdasarkan hasil yang diperoleh di atas, maka rumah tinggal tipe C (kurang baik) menjadi rumah yang dominan dibangun oleh masyarakat Kecamatan Kuta Alam dan Kecamatan Syiah Kuala. Rumah tinggal Tipe C merupakan model bangunan rumah yang dibangun pasca rekonstruksi bencana tsunami Aceh pada Tahun 2004.

3.3 Ketinggian Tsunami

Data ketinggian landaan tsunami yang diperoleh adalah data sekunder dari titik monumen tugu tsunami. Tabel 6 berikut ditampilkan tingkat kerentanan bangunan berdasarkan tingginya landaan tsunami untuk Kecamatan Kuta Alam.

Tabel 5. Tingkat Kerentanan Rumah Tinggal Berdasarkan Ketinggian Landaan Tsunami

No	Gampong	Tinggi Tsunami (m)	Faktor kerentanan (Fci)	Tingkat Kerentanan
1	Lampulo	≥ 3	3	Tinggi
2	Lamdingin	≥ 3	3	Tinggi
3	Lambaro Skep	≥ 3	3	Tinggi
4	Mulia	1-3	2	Sedang
5	Peunayong	1-3	2	Sedang
6	Laksana	1-3	2	Sedang
7	Keuramat	1-3	2	Sedang
8	Bandar Baru	1-3	2	Sedang
9	Kuta Alam	≤ 1	1	Rendah
10	Beurawe	≤ 1	1	Rendah

No	Gampong	Tinggi Tsunami (m)	Faktor kerentanan (Fci)	Tingkat Kerentanan
11	Kota Baru	≤ 1	1	Rendah

Berdasarkan Tabel 6 dapat disimpulkan bahwa Kecamatan Kuta Alam memiliki tingkat kerentanan bangunan rumah tinggal rendah, sedang dan tinggi. Tingkat kerentanan rumah tinggal di Kecamatan Syiah Kuala ditampilkan dalam Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Tingkat Kerusakan Bangunan Berdasarkan Ketinggian Tsunami

No	Gampong	Tinggi Tsunami (m)	Faktor kerentanan (Fci)	Tingkat Kerentanan
1	Jelingke	≥ 3	3	Tinggi
2	Tibang	≥ 3	3	Tinggi
3	Deah Raya	≥ 3	3	Tinggi
4	Alue Naga	≥ 3	3	Tinggi
5	Ie Masen Kayee Adang	1-3	2	Sedang
6	Pineung	1-3	2	Sedang
7	Lamgugop	1-3	2	Sedang
8	Kopelama Darussalam	1-3	2	Sedang
9	Rukoh	1-3	2	Sedang
10	Peurada	1-3	2	Sedang

Berdasarkan Tabel 6 diketahui Kecamatan Syiah Kuala memiliki tingkat kerentanan sedang dan tinggi.

3.4 Kondisi Fisik Lingkungan

Kondisi lingkungan yang dimaksud yaitu kondisi yang dapat mempengaruhi tingkat kerentanan suatu bangunan terhadap bencana tsunami. Tabel 7 merupakan data tingkat kerentanan pada masing-masing wilayah di Kecamatan Kuta Alam.

Tabel 7. kondisi wilayah dan *buffer zone* di Kecamatan Kuta Alam

No	Gampong	Kondisi Wilayah Permukiman Dan <i>Buffer Zone</i>	Zona Wilayah	Tingkat Kerentanan
1	Lampulo	Langsung bersisian dengan sungai krueng Aceh dan selat malaka dengan vegetasi <i>magrove</i> buruk	Konservasi dan penyangga	Tinggi
2	Lamdingin	Langsung bersisian dengan lahan tambak dan juga memiliki vegetasi mangrove yang cukup buruk	Konservasi dan penyangga	Tinggi
3	Lambaro skep	Langsung bersisian dengan lahan tambak dengan vegetasi <i>magrove</i> yang cukup baik	Konservasi dan penyangga	Rendah
4	Mulia	Tidak langsung bersisian dengan laut, namun termasuk dalam wilayah yang relative dekat laut	Bebas	Rendah
5	Penayong	Berdampingan dengan krueng aceh	Bebas	Rendah
6	Laksana	Tidak langsung dengan laut, namun relatif dekat.	Bebas	Rendah

No	Gampong	Kondisi Wilayah Permukiman Dan Buffer Zone	Zona Wilayah	Tingkat Kerentanan
7	Keuramat	Jauh dari laut dan bersisian dengan gampong laksana	Bebas	Rendah
8	Bandar Baru	Jauh dari laut dan bersisian dengan lambaro skep	Bebas	Rendah
9	Kuta Alam	Jauh dari laut dan bersisian dengan krueng Aceh	Bebas	Rendah
10	Beurawe	Jauh dari Laut	Bebas	Rendah
11	Kota Baru	Jauh dari laut dan bersisian langsung dengan gampong bandar baru	Bebas	Rendah

Tabel 7 menjelaskan bahwa Gampong Lampulo dan Lamdingin adalah kawasan dengan tingkat kerentanan tinggi yang disebabkan oleh peruntukan wilayahnya sebagai kawasan perikanan sesuai perencanaan tata ruang Kota Banda Aceh [15]. Sedangkan Gampong Lamdingin merupakan kawasan tambak dengan sedikit ditumbuhi mangrove, oleh karenanya kondisi ini dapat meningkatkan kerentanan terhadap pemukiman penduduk.

Sebagai wilayah yang terletak langsung bersisian dengan laut, Gampong Lampulo dan Lamdingin merupakan kawasan pertahanan atau sebagai zona penyangga terhadap wilayah lainnya yang ada di Kecamatan Kuta Alam saat tsunami terjadi. Adapun kondisi lingkungan untuk Kecamatan Syiah Kuala dapat dilihat pada Tabel 8. Berikut.

Tabel 8. kondisi wilayah dan *buffer zone* di Kecamatan Syiah Kuala

No.	Gampong	Kondisi Wilayah Permukiman Dan Buffer Zone	Zona Wilayah	Tingkat Kerentanan
1	Alue Naga	Langsung bersisian dengan laut dan Krueng Cut	Konservasi dan penyangga	Tinggi
2	Deah Raya	Langsung bersisian dengan lahan tambak dan juga memiliki vegetasi mangrove yang cukup buruk	Konservasi dan penyangga	Tinggi
3	Tibang	Tidak langsung bersisian dengan laut, namun termasuk dalam wilayah yang relatif dekat laut	Bebas	Sedang
4	Rukoh	Tidak langsung bersisian dengan laut, namun berdamping dengan Krueng Cut	Bebas	Rendah
5	Jeulingke	Jauh dari laut dan bersisian dengan Gampong Tibang	Bebas	Rendah
6	Lamgugop	Jauh dari laut dan bersisian dengan Gampong Rukoh.	Bebas	Rendah
7	Peurada	Jauh dari laut dan bersisian dengan Gampong Lamgugop	Bebas	Rendah
8	Pineung	Jauh dari laut dan bersisian dengan Peurada	Bebas	Rendah
9	Ie Masen Kayee Adang	Jauh dari laut dan bersisian dengan krueng Aceh	Bebas	Rendah
10	Kopelma Darussalam	Jauh dari laut	Bebas	Rendah

Dari tabel di-batas dapat kita ambil kesimpulan bahwa terdapat 2 desa di Kecamatan syiah kuala dengan kerentanan tinggi, yaitu Alue Naga dan Deah Raya. Kemudian terdapat 8 desa dengan

tingkat kerentanan rendah yaitu Tibang, Rukoh, Jeulingke, Lamgugop, Peurada, Pineung, Ie Masen Kayee Adang dan Kopelma Darussalam.

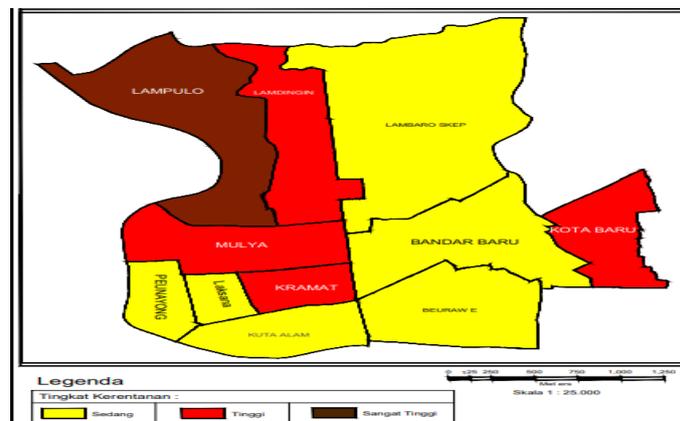
4.5 Hasil BTV

Setelah kita mendapatkan beberapa faktor penyebab terjadinya kerentanan bangunan, maka kita menganalisis dengan menggunakan rumus BTV untuk mendapatkan skoring peringkat kerentanan bangunan. Berikut ini merupakan Tabel 10. yang merupakan perhitungan BTV wilayah Kuta Alam.

Tabel 10. Analisa BTV Kuta Alam

No.	Nama gampong	BTV	Karakteristik kerentanan
1.	Peunayong	45,83 %	Sedang
2.	Laksana	45,83 %	Sedang
3.	Keuramat	58,55 %	Tinggi
4.	Kuta Alam	50 %	Sedang
5.	Beurawe	37,5 %	Sedang
6.	Kota Baru	50 %	Sedang
7.	Bandar Baru	45,8 %	Sedang
8.	Mulia	58,3 %	Tinggi
9.	Lampulo	83,3 %	Sangat Tinggi
10.	Lamdingin	70,8 %	Tinggi
11.	Lambaro Skep	66,7 %	Tinggi

Tabel diatas menunjukkan bahwa ada 4 parameter kerusakan pada rumah hunian, yaitu tingkat kerusakan rendah, kerusakan sedang, berat dan hancur total. Untuk Kecamatan Kuta Alam sendiri terdapat 3 macam kerusakan, yaitu rusak sedang, rusak berat dan rusak total. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1 berikut



Gambar 1. Peta Tingkat Kerentanan Kecamatan Kuta Alam

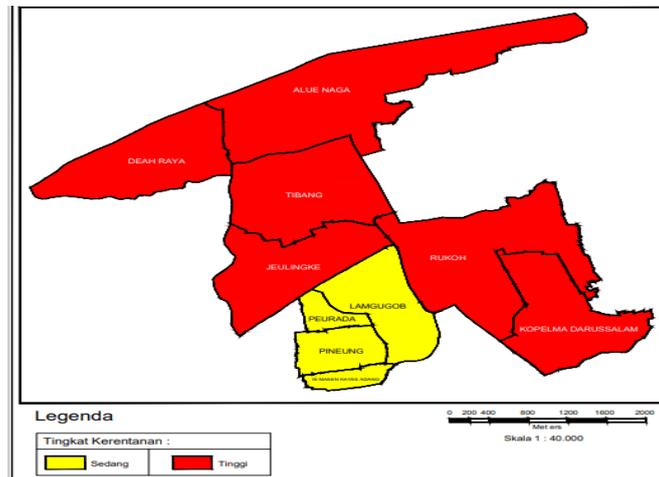
Dari peta 4.6 dapat kita simpulkan bahwa terdapat pengelompokan sesuai dengan kerusakan masing-masing wilayah tersebut. Adapun untuk analisa BTV Kecamatan Syiah Kuala dapat dilihat pada Tabel 11. di bawah ini.

Tabel 11. Analisa BTV Kecamatan Syiah Kuala

No.	Nama Gampong	BTV	Karakteristik kerentanan
1.	Ie Masen Kayee Adang	45,8 %	Sedang
2.	Pineung	45,8 %	Sedang
3.	Lamgugop	50 %	Sedang
4.	Kopelma Darussalam	75 %	Tinggi
5.	Rukoh	62,5 %	Tinggi
6.	Jeulingke	66,7 %	Tinggi
7.	Tibang	70,8 %	Tinggi
8.	Deah Raya	70,8 %	Tinggi

No.	Nama Gampong	BTV	Karakteristik kerentanan
9.	Alue Naga	70,8 %	Tinggi
10.	Peurada	45,8 %	Tinggi

Berdasarkan informasi dari Tabel 11, terdapat 2 tipe kerusakan di Kecamatan Syiah Kuala, antara lain, rusak sedang dan rusak berat. Berikut ini Gambar 2. yang memberikan gambaran tingkat kerentanan Kecamatan Syiah Kuala.



Gambar 2. Peta Tingkat Kerentanan Kecamatan Syiah Kuala

3.5 Pembahasan

Sesuai dengan hasil penelitian dan perhitungan pada sub bab sebelumnya, maka sub bab ini akan membahas tingkat kerentanan yang telah dianalisis menggunakan rumus BTV.

Pada Kecamatan Kuta Alam dan Syiah Kuala memiliki rumah dengan kerusakan sedang, berat, hingga total. Tidak ada rumah dominan dengan kerusakan ringan di dua kecamatan itu, hal ini dikarenakan oleh faktor bangunan dominan yang terdapat pada setiap desa pada kecamatan tersebut dan juga faktor yang dianalisis dalam BTV.

Pada kecamatan Kuta Alam terdapat 5 desa dengan kerentanan sedang, antara lain yaitu Gampong Laksana, Beurawe, Peunayong dan juga Bandar Baru. 5 Gampong dengan tingkat kerentanan berat, yaitu Gampong Lambaro Skep, Mulia, Lamdingin, Kuta Alam, dan Keuramat. Terdapat 1 Gampong dengan kondisi rumah hancur total, yaitu Gampong Lampulo.

Pada Kecamatan Syiah Kuala juga terdapat beberapa kasus atau jenis kerusakan, antara lain rusak sedang, berat dan rusak total. Kecamatan ini tidak ada Gampong dengan kerusakan ringan. 4 desa dengan kerentanan sedang, antara lain Gampong Lamgugop, Peurada dan Pineung. 6 Gampong dengan tingkat kerusakan berat, yaitu Tibang, Jeulingke, Rukoh, Kopelma Darussalam dan Ie Masen Kayee Adang.

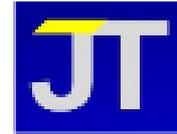
4. Kesimpulan

Berasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diperoleh suatu kesimpulan diantaranya adalah kecamatan Kuta Alam dan Syiah Kuala termasuk dalam wilayah rawan bencana tsunami dikarenakan wilayahnya yang bersisian dengan laut langsung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Gampong yang letaknya bersisian dengan laut tidak dimaksimalkan sebagai sarana perbaikan *sea defence*.

Masyarakat masih tinggal di tepi pantai, padahal wilayah tersebut rentan terhadap tsunami. 54,54 % rumah dominan dikecamatan kuta alam mengalami kerusakan berat, 36,36 % rusak sedang, 9 % dengan kriteria hancur total. Di kecamatan ini tidak terdapat desa dengan rumah huniannya rusak ringan 50 % rumah dominan di Kecamatan Syiah Kuala mengalami kerusakan berat, 30 % rusak sedang, 20 % hancur total dan tidak ada satupun Gampong di Kecamatan ini yang memiliki rumah dominan rusak ringan.

Daftar Pustaka

- [1] Badan Standarisasi Nasional, 2004. *SNI 03-1733-2004*. Standar Nasional Indonesia
- [2] Dito, A.H., P., 2015. *Penentuan Variabel Dalam Optimasi Jalur*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [3] Zakaria Putra dan Sri Rahayu, B., 2015. *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pemilihan Rumah, Teknik PWK*.
- [4] Zulfiar, M. Heri. 2014. *Identifikasi Faktor Dominan Penyebab Kerentanan Bangunan di Daerah Rawan Gempa, Provinsi Sumatera Barat*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknika, 17(2), 116 – 125.
- [5] A.S. Bawono, 2016. *Studi Kerentanan Bangunan Akibat Gempa : Studi Kasus Perumahan Di Bantul*. Jurnal Imiah Semesta Teknika
- [6] Sugiyono, 2007. *Statika Untuk Penelitian*.
- [7] Sutopo, 2015. *Penentuan Jumlah Sampel Dalam Penelitian*.
- [8] Sutopo, 2015. *Penentuan Jumlah Sampel Dalam Penelitian*
- [9] Riduwan Dan Kuncoro, 2013. *Metode dan Teknik Menyusun Proposal Penelitian*
- [10] Adam Malik dan Minan Chusni, 2018. *Statika Pendidikan*. Deepublish, Yogyakarta.



Kajian Penggerusan (*Scouring*) Pada Dinding Saluran Air Waringin Jaya Kecamatan Bojonggede Kabupaten Bogor

**¹Chika Restu Maulidina^{1*}, Feril Hariati², Jantiara Eka Nandiasa³,
Fadhila Muhammad Libasut Taqwa⁴**

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ibn Khaldun Bogor

*Corresponding author, email address: chikarestum@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Received 26 Juni 2024

Accepted 29 Juni 2024

Online 30 Juni 2024

ABSTRAK

Ruas sungai Waringin Jaya merupakan anak sungai Ciliwung yang melintasi Desa Waringin Jaya. Meskipun tidak tergolong sungai dengan debit yang besar, sungai ini mampu menggerus tebing sungai dan dinding penahan tanahnya, sehingga membahayakan masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa besar dan kedalaman gerusan lokal yang terjadi pada dinding penahan tanah tipe bronjong, berlokasi di sempadan Sungai Waringin Jaya, Kec. Bojonggede, Kab. Bogor dengan menggunakan aplikasi komputer Hec-Ras. Perhitungan debit rencana untuk kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun dengan metode rasional dilakukan berdasarkan data curah hujan harian pada Stasiun Meterologi Citeko dan Stasiun Klimatologi Jawa Barat dengan panjang data tahun 2007 – 2021. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, tinggi muka air pada dinding penahan dengan banjir kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun berturut – turut sebesar 0,92 m; 0,99 m; 1,03 m; 1,04 m; 1,06 m; 1,08 m; dan 1,10 m, sedangkan berdasarkan analisis yang dilakukan dengan Hec-Ras bridge scour, gerusan yang terjadi pada setiap debit banjir kala ulang berturut-turut sebesar 1,24 m; 1,32 m; 1,35 m; 1,39 m; 1,40 m; 1,44 m; dan 1,46 m.

Kata Kunci: Dinding penahan tanah type bronjong, Gerusan, Metode Rasional.

ABSTRACT

The Waringin Jaya river is a tributary of the Ciliwung river that passes through Waringin Jaya village. Although it is not classified as a river with a large discharge, it is capable of eroding riverbanks and retaining walls, endangering the community. This study aims to analyze the magnitude and depth of local scour that occurs on gabion-type retaining walls, located in the Waringin Jaya River basin, Kec. Bojonggede, Kab. Bogor using the Hec-Ras computer application. The calculation of the discharge plan for the return period of 2 years, 5 years, 10 years, 20 years, 25 years, 50 years, and 100 years using the rational method was carried out based on daily rainfall data at the Citeko Meteorological Station and the West Java Climatology Station with a data length of 2007 - 2021. Based on the calculations that have been carried out, the water level on the retaining wall with a flood return period of 2 years, 5 years, 10 years, 20 years, 25 years, 50 years, and 100 years is 0.92 m; 0.99 m; 1.03 m; 1.04 m respectively; 1.06 m; 1.08 m; and 1.10 m, while based on the analysis conducted with Hec-Ras bridge scour, the scour that occurs at each return period flood discharge is 1.24 m; 1.32 m; 1.35 m; 1.39 m; 1.40 m; 1.44 m; and 1.46 m, respectively.

Keywords: Gabion type retaining wall, Scour, Rational Method.

1. PENDAHULUAN

Menurut PP No.37 Tahun 2012, Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Dimana, daerah-daerah tersebut dibatasi oleh punggung-punggung gunung atau pegunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai pada suatu titik/ stasiun tertentu". Daerah aliran sungai dapat ditentukan dengan menggunakan peta topografi skala 1:50.000 yang dilengkapi dengan garis-garis kontur. Garis-garis kontur tersebut dipelajari untuk menentukan arah dari limpasan permukaan. Limpasan permukaan berasal dari titik-titik tertinggi dan bergerak menuju titik-titik yang lebih rendah. Luas DAS dapat dihitung dengan metode elips, dimana As yang pendek sekurang-kurangnya 2/3 dari As panjang. [1] DAS Ciliwung merupakan sungai lintas provinsi yang secara administratif berada dalam wilayah Provinsi Jawa Barat dan DKI Jakarta sehingga memiliki nilai sangat strategis. [2] Ruas sungai Waringin Jaya merupakan anak sungai Ciliwung yang melintasi Desa Waringin Jaya. Meskipun tidak tergolong sungai besar, sungai ini mampu menggerus tebing sungainya. Akibat gerusan tersebut tebing sungai mengalami kelongsoran yang berbahaya bagi masyarakat. Pengamanan untuk mencegah terjadinya gerusan pada dinding penahan tanah sangat diperlukan untuk menjaga alur sungai agar tetap stabil dan tidak membahayakan daerah sekitar sungai. Maka dari itu dilakukan penelitian ini untuk mengkaji scouring pada dinding penahan tanah saluran air yang terjadi di Sungai Desa Waringin Jaya, Kecamatan Bojong Gede.

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (*point rainfall*). Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari nilai rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada di dalam atau di sekitar kawasan tersebut. Ada 3 macam cara umum dipakai dalam menghitung hujan rata-rata kawasan. [3]

1. Cara rata-rata aritmatik

Cara ini digunakan pada daerah yang datar dan memiliki banyak stasiun curah hujan, dengan anggapan bahwa di daerah tersebut sifat curah hujannya adalah *uniform*. Curah hujan dengan perhitungan rata-rata secara aljabar adalah curah hujan di dalam dan di sekitar daerah yang bersangkutan. Perhitungan curah hujan rerata ditunjukkan pada persamaan 1: [4]

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

Dengan \bar{R} adalah curah hujan daerah (mm), dan n adalah jumlah titik pengamatan.

2. Cara poligon Thiessen.

Cara ini cocok untuk daerah datar dengan luas 500 – 5000 km², dan jumlah pos penakar hujan terbatas dibandingkan luasnya. [5] Thiessen dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

- a. Menghubungkan masing-masing stasiun hujan dengan garis poligon.
- b. Membuat garis berat antara 2 stasiun hujan hingga bertemu dengan garis beratlainnya pada suatu titik dalam poligon.
- c. Luas area yang mewakili masing-masing stasiun hujan dibatasi oleh garisberat pada poligon.
- d. Luas sub-area masing-masing stasiun hujan dipakai sebagai faktor pemberat dalam menghitung hujan rata-rata.

Polygon Thiessen memberi rumusan sebagai berikut:

$$P = \frac{A_1P_1 + A_2P_2 + \dots + A_nP_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2)$$

Dengan P adalah curah hujan daerah rata-rata (mm), P_1, P_2, \dots, P_n adalah curah hujan di tiap titik pos curah hujan, dan A_1, A_2, \dots, A_n , sebagai luas daerah thiessen yang mewakili titik pos curah hujan.

3. Cara isohyet

Isohiet adalah garis kontur yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai jumlah hujan yang sama [6]. Perhitungan hujan rata-rata metode isohiet dapat dilakukan dengan berikut.

- Lokasi stasiun hujan dan curah hujan pada peta daerah yang ditinjau.
- Dari nilai curah hujan, stasiun curah hujan yang berdekatan dibuat interpolasi dengan penambahan nilai yang ditetapkan.
- Dibuat kurva yang menghubungkan titik-titik interpolasi yang mempunyai curah hujan yang sama. Ketelitian tergantung pada pembuatan garis isohiet dan intervalnya.
- Diukur luas daerah antara dua isohiet yang berurutan dan kemudian dikalikan dengan nilai rerata dari kedua garis isohiet.
- Jumlah dari perhitungan pada butir d untuk seluruh garis isohiet dibagi dengan luas daerah yang ditinjau menghasilkan curah hujan rerata daerah tersebut.

Isohyet dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut: [7]

$$P = \frac{A_1 \left(\frac{R_1 + R_2}{2} \right) + A_2 \left(\frac{R_2 + R_3}{2} \right) + \dots + A_n \left(\frac{R_n + R_{n+1}}{2} \right)}{A_{total}} \quad (3)$$

Dengan P adalah curah hujan daerah rata-rata (mm), R_1, R_2, \dots, R_n adalah curah hujan di tiap titik pos curah hujan, dan A_1, A_2, \dots, A_n adalah luas daerah thiessen yang mewakili titik pos curah hujan.

Cara ini merupakan cara yang paling akurat yang paling teliti, tetapi membutuhkan jaringan penakar hujan yang rapat untuk memungkinkan membuat garis Isohyetnya.

Analisis frekuensi data curah hujan rencana dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa distribusi probabilitas yang banyak digunakan dalam hidrologi, yaitu: Distribusi Normal, Distribusi Log Pearson III, Distribusi Gumbel. [8] Untuk jenis distribusi tersebut sesuai dalam perhitungan curah hujan didasarkan pada nilai-nilai koefisien yang didapat dari parameter statistik, berikut adalah rumus mencari nilai koefisien distribusi.

$$\text{Koefisien variasi (Cv)} = \frac{S_x}{X} \quad (4)$$

$$\text{Koefisien ketajaman (Ck)} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^4}{n \cdot S_x^4} \quad (5)$$

$$\text{Koefisien simetris (Cs)} = \frac{n \cdot \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2) \cdot S_x^3} \quad (6)$$

Dengan n adalah banyaknya data, X_i adalah data hujan (mm), \bar{X} adalah data hujan rata-rata, dan S_x adalah simpangan baku.

Untuk menentukan kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan/mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Perbedaan maksimum yang ada tidak boleh lebih

besar dari perbedaan kritis yang diijinkan. Uji kecocokan dilakukan dengan Uji Chi-Square dan Uji Smirnov-Kolmogorov.

Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu. Analisa intensitas curah hujan dapat diproses dari data curah hujan yang terjadi pada masa lampau. Intensitas curah hujan ini sangat penting untuk perencanaan seperti debit banjir rencana. Dari analisa melalui grafik alat ukur hujan otomatis akan dihasilkan data intensitas hujan. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah/ daerah dan dinyatakan dalam mm. Intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus mononobe yang dapat dinyatakan dalam persamaan 7:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (7)$$

Dengan I adalah Intensitas curah hujan (mm/jam), R_{24} adalah curah hujan maksimum harian (mm); dan T adalah lamanya curah hujan (jam).

Persamaan Rasional dikembangkan dengan asumsi bahwa curah hujan yang terjadi mempunyai intensitas seragam dan merata di seluruh daerah pengaliran selama paling sedikit sama dengan waktu konsentrasi (t_c). Bentuk umum rumus rasional ditentukan dengan persamaan 8: [9]

$$Q = 0,002778 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (8)$$

Dengan Q sebagai debit banjir maksimum (m^3/dtk); C adalah Koefisien pengaliran; I adalah intensitas curah hujan rata-rata selama waktu konsentrasi (mm/Jam); A adalah luas daerah pengaliran (km^2).

Gerusan merupakan fenomena alam yang disebabkan oleh aliran air yang biasanya terjadi pada dasar sungai yang terdiri dari material alluvial. [10, 11]. Proses gerusan dan endapan umumnya terjadi karena perubahan pola aliran terutama pada sungai aluvial. Perubahan pola aliran terjadi karena adanya halangan pada aliran sungai tersebut, berupa bangunan sungai seperti pilar jembatan dan abutmen. Bangunan semacam ini dipandang dapat merubah geometri alur dan pola aliran yang selanjutnya diikuti gerusan lokal disekitar bangunan Gerusan dapat menyebabkan terkikisnya tanah di sekitar fondasi dari sebuah bangunan yang terletak pada aliran air.

Gerusan bisanya terjadi sebagai bagian dari perubahan morfologi dari sungai dan perubahan akibat bangunan buatan manusia. Jenis gerusan adalah sebagai berikut:

- a. Gerusan umum (*general scour*) di alur sungai;
- b. Gerusan terlokalisasi di sepanjang alur sungai;
- c. Gerusan lokal di sekitar bangunan. Gerusan lokal termasuk tipe gerusan umum dan gerusan yang terjadi akibat penyempitan aliran, seperti pada abutment dan pilar jembatan, serta bangunan air lainnya. [12]

Sifat alami gerusan mempunyai fenomena sebagai berikut:

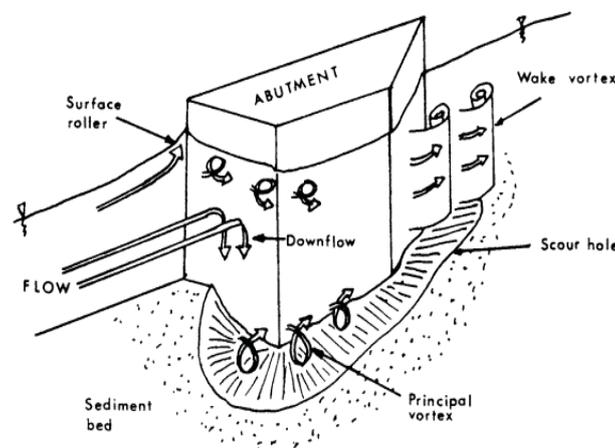
- a. Besar gerusan akan sama selisihnya antara jumlah material yang di transpor keluar daerah gerusan dengan jumlah material yang di transpor masuk ke dalam daerah gerusan.
- b. Besar gerusan akan berkurang apabila penampang basah di daerah gerusan bertambah (misal karena erosi)
- c. Untuk kondisi aliran akan terjadi suatu keadaan gerusan yang disebut gerusan batas.

Gerusan yang terjadi disekitar abutmen jembatan adalah akibat sistem pusaran (*vortex system*) yang timbul karena aliran dirintangi oleh bangunan tersebut. Sistem pusaran yang menyebabkan lubang gerusan (*scour hole*), berawal dari sebelah hulu abutmen yaitu pada saat mulai timbul komponen aliran dengan arah aliran ke bawah, karena aliran yang dari hulu dihalangi oleh abutmen, maka aliran akan berubah arah menjadi vertikal dan menuju dasar saluran dan sebagian

berbelok arah menuju depan abutmen selanjutnya diteruskan dihilir. Aliran arah vertikal ini akan terus menuju yang selanjutnya akan membentuk pusaran. sehingga terbentuk aliran spiral yang akan menyebabkan gerusan dasar. Hal ini akan terus berlanjut hingga tercapai keseimbangan. Gerusan lokal diklasifikasikan menjadi *clear water scour* dan *live bed scour*. Bila tidak ada perpindahan sedimen pada bed menjauhi struktur, fenomena ini disebut *clear water scour*. Pada kondisi ini, tegangan geser aliran kurang dari yang dibutuhkan untuk perpindahan sedimen (kurang dari tegangan geser kritis).

Pada struktur, periode inisial dari erosi diikuti oleh equilibrium (keseimbangan, terjadi pada saat perubahan aliran yang disebabkan lubang gerusan mengurangi besarnya tegangan geser yaitu bila sedimen tidak bisa lagi bergerak dan berpindah dari lubang gerusan).

Abutment adalah salah satu bagian konstruksi jembatan yang terletak di pangkal jembatan. Kedalaman gerusan untuk *vertical wall abutment* kurang dua kali dibanding dengan *spill-through abutment*, kedalaman gerusan untuk *wing-wall (WW)*, *spill-through (ST)* dan *vertical wall pointing downstream (TS₁)* adalah sekitar 70% dibanding *semi-circular - end abutment (SCE)* [13, 14]



Gambar 1. Struktur aliran pada abutment dinding [13]

Persamaan Gerusan Lokal Pada Abutment:

1. Persamaan Lacey, dalam analisa kedalaman *scouring* secara umum digunakan rumus Lacey:

$$d = 0,473 \cdot \left(\frac{Q}{f}\right)^{0,33} \quad (9)$$

Dengan d adalah kedalaman normal *scouring* dari tanah dasar sungai (m), Q adalah debit (m^3/dt) dan F faktor lempung Lacey, dimana merupakan fungsi matrix dasar.

$$F = 1,76x \sqrt{\text{ukuran Butiran}} \quad (10)$$

2. Persamaan Froeichlich, dalam analisa kedalaman *scouring* pada Hec-Ras, rumus Froeichlich:

$$y_s = 2,27 K_1 K_2 (L')^{0,43} y_a^{0,57} Fr^{0,61} + y_a \quad (11)$$

Dengan y_s sebagai kedalaman gerusan (m), K_1 sebagai faktor koreksi untuk bentuk hidung K_2 sebagai faktor sudut serang aliran, L' adalah panjang abutmen (embankment) pada proyeksi normal terhadap aliran, ft (m), Fr adalah angka Froude dari aliran di dataran banjir saat mendekati, $Fr = \frac{Ve}{(gya)^2}$, dan y_a adalah rerata kedalaman aliran pada bantaran banjir saat di pendekatan, ft (m).

Hydrologic Engineering Center – River Analysis System (HEC-RAS) adalah program aplikasi untuk memodelkan aliran permanen maupun tak permanen (*steady and unsteady one-dimensional flow model*) pada saluran terbuka. [15] Hec-Ras memiliki empat komponen model satu dimensi:

- Hitungan profil muka air aliran permanen.
- Simulasi aliran tak pamanen.
- Hitungan transport sedimen.
- Hitungan kualitas (temperatur) air.

Satu elemen penting dalam Hec-Ras adalah keempat komponen tersebut memakai data Geometri yang sama, pemrosesan hitungan hidraulika yang sama, serta beberapa fitur desain hidraulik yang dapat diakses setelah hitungan profil muka air dilakukan. [16]

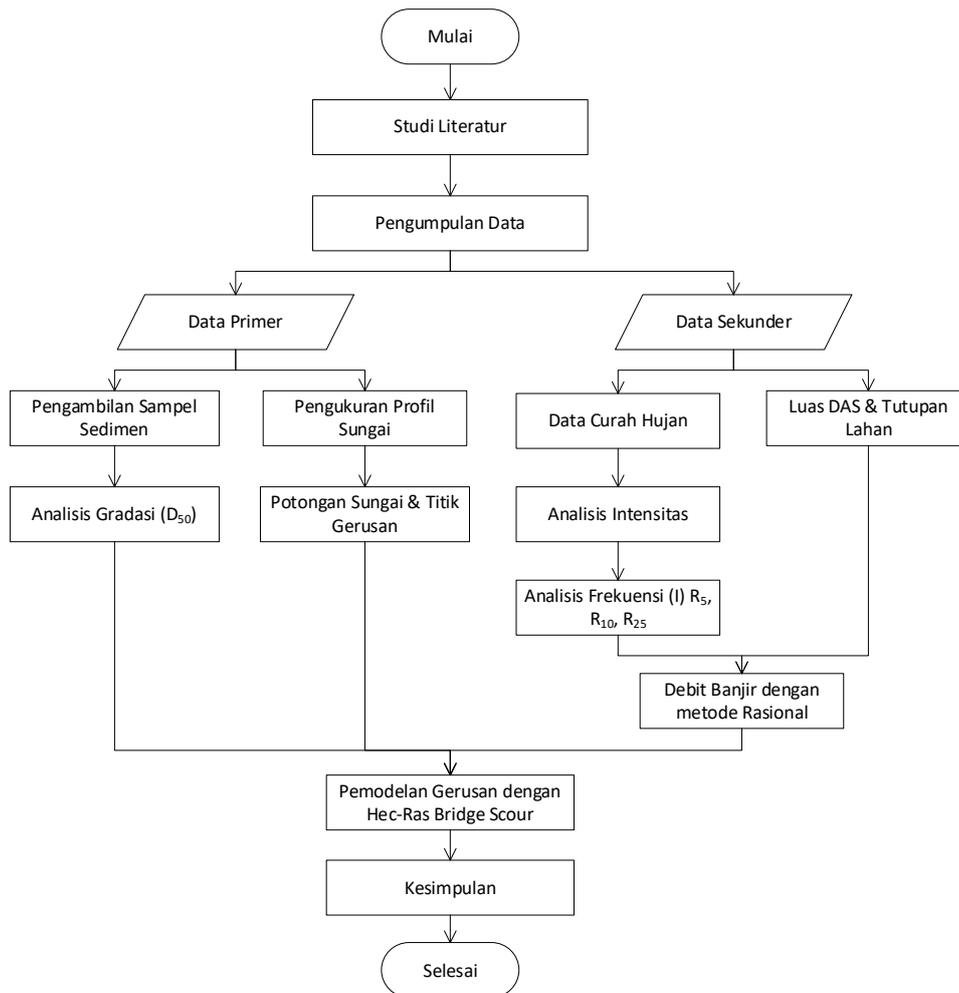
2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian dilaksanakan di Sungai Waringin Jaya dengan koordinat $6^{\circ}30'23.9''$ S dan $106^{\circ}47'08.4''$ E di Kecamatan Bojong Gede, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Waktu penelitian dilaksanakan Pada bulan Maret - Juni 2022. Peta lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 2 dan Lokasi penelitian di lapangan ditunjukkan.



Gambar 2. (a) Peta Lokasi Penelitian; (b). Objek Penelitian

Tahapan penelitian terdiri dari pengumpulan data primer yang diperoleh secara langsung di lapangan, berupa hasil pengukuran dimensi *abutment*, dinding bronjong, profil memanjang dan melintang sungai, serta pengambilan sampel sedimen yang berada di dasar sungai. Selanjutnya, dilakukan pengujian parameter fisik tanah terhadap sampel sedimen, berupa uji berat isi tanah, [17] dan analisis gradasi (uji analisis saringan dan uji hidrometer). [18] Sedangkan data sekunder yang terdiri dari data curah hujan tercatat di stasiun hujan berada dalam cakupan area lokasi gerusan tersebut didapat dari BMKG, Peta DAS Waringin Jaya, Data Uji Sedimen, dan data struktur Hidraulik melintang sungai. Seluruh data yang diperoleh kemudian dianalisis, sehingga diperoleh debit banjir pada setiap kala ulang rencana. Data kecepatan aliran dan debit banjir rencana kemudian diolah dengan bantuan aplikasi Hec-Ras, sehingga diperoleh kedalaman gerusan pada abutment jembatan dan dinding penahan tanah di lokasi yang diteliti. Seluruh tahapan penelitian diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Debit Rencana

1. Analisis curah hujan

Analisis curah hujan di Sungai Waringin Jaya dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum yang bersumber dari data online BMKG dengan periode pencatatan tahun 2007 sampai dengan 2021. Stasiun hujan digunakan sebanyak 2, yaitu Stasiun Meterologi Citeko dan Stasiun Klimatologi Jawa Barat. Curah hujan harian maksimum tahunan perstasiun pada tabel 1.

Tabel 1. Data Curah Hujan Maksimum Tahunan

No.	Tahun	Stasiun Citeko	Stasiun Jawa Barat	Curah Hujan Harian Tahunan Maks.
1	2007	33,21	15,58	24,49
2	2008	17,76	21,66	19,71
3	2009	19,52	18,41	18,97
4	2010	18,68	20,03	19,36
5	2011	13,13	15,26	14,20
6	2012	13,65	20,92	17,29
7	2013	27,45	16,45	21,95
8	2014	36,58	22,65	26,78
9	2015	15,26	27,96	21,61
10	2016	20,06	18,61	19,34

No.	Tahun	Stasiun Citeko	Stasiun Jawa Barat	Curah Hujan Harian Tahunan Maks.
11	2017	24,59	18,80	21,70
12	2018	23,98	13,27	18,63
13	2019	15,43	22,36	18,90
14	2020	18,90	29,51	24,21
15	2021	24,54	18,27	21,41

(Sumber: Data Online BMKG)

2. Analisis frekuensi

Analisis parameter statistic, Hitung rata-rata $(\bar{X}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{1}{15} \times 308,55 = 20,57$

$$\text{Standar deviasi (S)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{136,31}{14}} = 3,12$$

$$\text{Koefisien Variasi (Cv)} = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{3,12}{20,57} = 0,15$$

$$\text{Koefisien Skewnes: (Cs)} = \frac{n}{(n-1)(n-2).S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 = \frac{15}{(15-1)(15-2).(3,12)^3} \times 39,65 = 0,11$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien Kurtosis: (Ck)} &= \frac{n}{(n-1)(n-2)(n-3).S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 \\ &= \frac{15^2}{(15-1)(15-2)(15-3).(3,12)^4} \times 3701,50 \\ &= 4,02 \end{aligned}$$

Untuk menentukan jenis metode yang digunakan dapat ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Penentuan tipe distribusi.

Distribusi	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik	Ket.
Normal	Cs ≈ 0	Cs = 0,11	Tidak
	Ck ≈ 3	Ck = 4,02	Memenuhi
Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv = 0,4	Cs = 0,11	Tidak
	Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ +16Cv ² +3 = 3,3	Ck = 4,02	Memenuhi
Gumbel	Cs ≈ 1,14	Cs = 0,11	Memenuhi
	Ck ≈ 5,4	Ck = 4,02	Memenuhi
Log Pearson Type III	Bila tidak ada parameter statistik yang sesuai dengan ketentuan distribusi sebelumnya		Memenuhi

3. Analisis curah hujan rencana Metode Log Pearson type III.

Nilai Rata-Rata: $Log \bar{X}_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{15} \times 19,6268 = 1,3085$

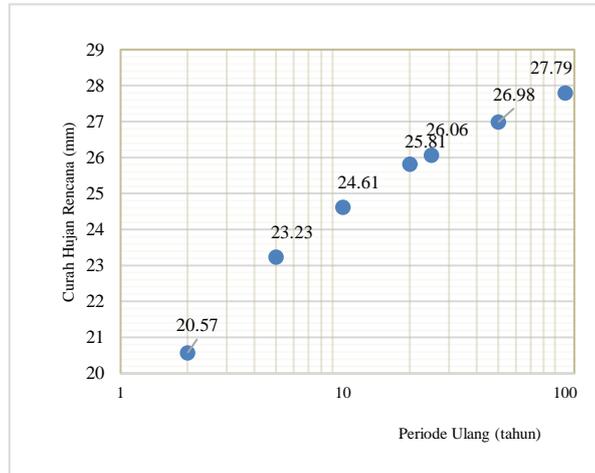
Standar deviasi $(S_{log X}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log[\bar{X}])^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,0634}{15-1}} = 0,0673$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien Skewnes } C_{S_{log X}} &= \frac{n}{(n-1)(n-2).(S_{log X})^3} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log[\bar{X}])^3 \\ &= \frac{15}{(15-1)(15-2).(0,0673)^3} \times (-0,0016) = -0,42 \end{aligned}$$

Tabel 3. Curah hujan rencana untuk periode ulang (tahun).

Kala ulang (tahun)	P (%)	Cs	1,23G	Log Xt	X (mm)
2	50	-0,42	0,07	1,31	20,57

5	20	-0,42	0,85	1,37	23,23
10	10	-0,42	1,23	1,39	24,61
20	5	-0,42	1,54	1,41	25,81
25	4	-0,42	1,60	1,42	26,06
50	2	-0,42	1,82	1,43	26,98
100	1	-0,42	2,01	1,44	27,79

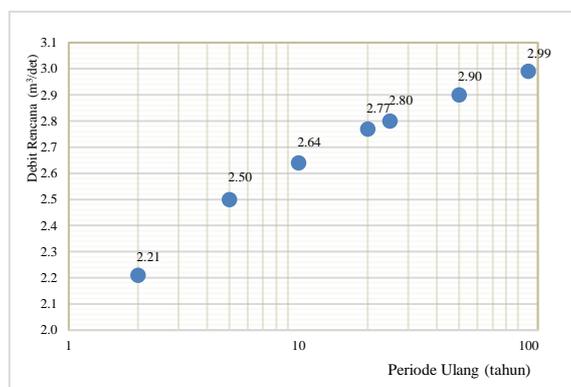


Gambar 4. Grafik curah hujan rencana

Analisis debit rencana ini menggunakan metode rasional Mononobe. Untuk menganalisis debit rancangan, terlebih dahulu harus dibuat hidrograf banjir pada sungai yang bersangkutan. Adapun data data diketahui sebagai berikut: Luas DAS (A) = 1,56 km²; Panjang sungai utama (L) = 1,33 km; Koefisien Pengaliran (C) = 0,50

Tabel 4. Perhitungan debit metode rasional Mononobe.

n (tahun)	X (mm)	t (jam)	I (mm/jam)	C	A (km ²)	Q (m ³ /dtk)
2	20,57	0,58	10,21	0,50	1,56	2,21
5	23,23	0,58	11,53	0,50	1,56	2,50
10	24,61	0,58	12,22	0,50	1,56	2,64
20	25,81	0,58	12,82	0,50	1,56	2,77
25	26,06	0,58	12,94	0,50	1,56	2,80
50	26,98	0,58	13,40	0,50	1,56	2,90
100	27,79	0,58	13,80	0,50	1,56	2,99



Gambar 5. Grafik debit rencana Sungai Waringin Jaya

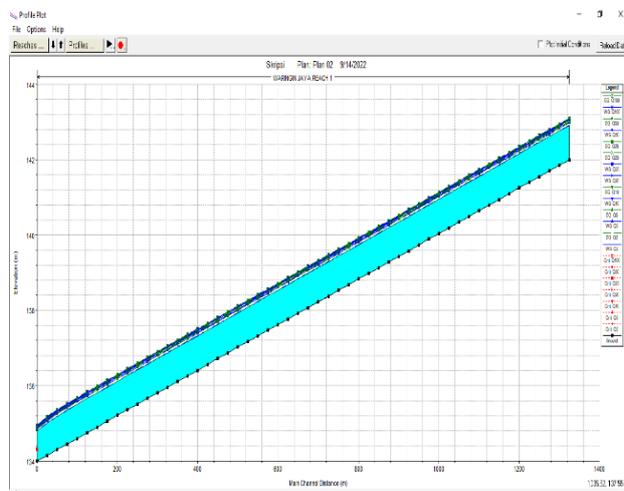
3.2. Analisis Elevasi Muka Air

1. Potongan memanjang Sungai

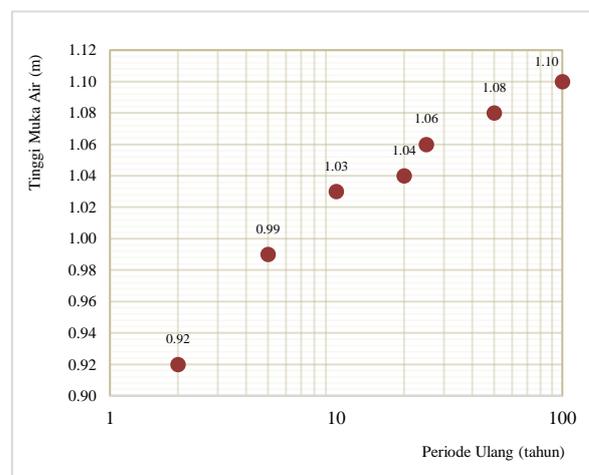
Dari hasil pemodelan, dapat diperlihatkan bahwa elevasi muka air, semua stasiun di Sungai Waringin Jaya tidak melebihi batas tanggul yang ada, sehingga tidak terjadi banjir. Profil memanjang Sungai Waringin Jaya untuk Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{25} , Q_{50} dan Q_{100} tahunan ditunjukkan pada Gambar 6. (a)

2. Potongan melintang sungai

Terlihat pada hasil *running* tinggi muka air tidak sampai melewati batas tanggul, dan artinya tidak berpotensi banjir. Tinggi muka air pada Sta 1325 pada saat $Q_2 = 0,92$ m, $Q_5 = 0,99$ m, $Q_{10} = 1,03$ m, $Q_{20} = 1,04$ m, $Q_{25} = 1,06$ m, $Q_{50} = 1,08$ m, dan $Q_{100} = 1,10$ m, dengan elevasi tanah tertinggi adalah 145 m. Hasil *running* tinggi muka air potongan melintang Sungai Waringin Jaya untuk Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} tahun ditunjukkan pada Gambar 6 (b).



(a)

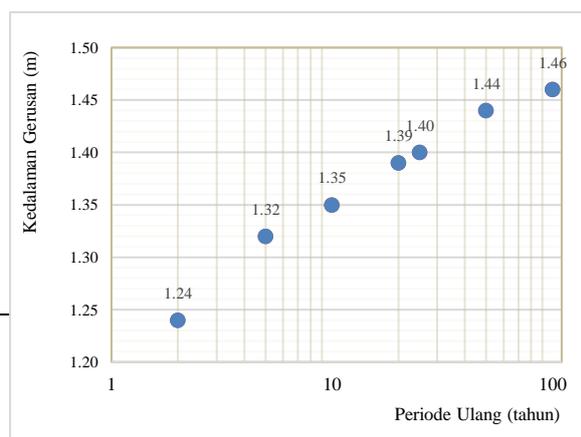
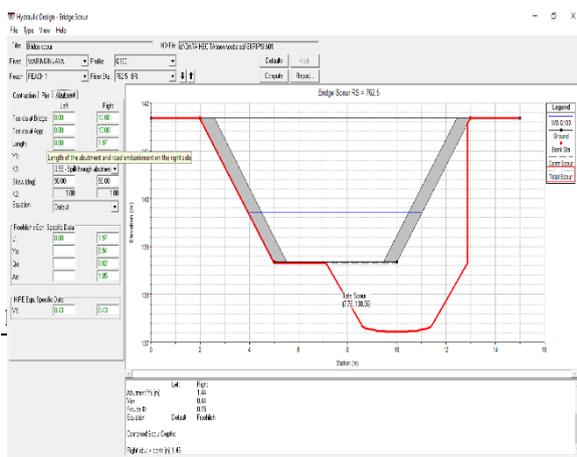


(b)

Gambar 6. (a). Profil memanjang Sungai Waringin Jaya; (b). Grafik tinggi muka air pada potongan melintang sungai

3.3. Analisis Scouring

Proses *scouring* pada *abutment* merupakan gabungan dari *scouring* karena *contraction scour* yaitu adanya kontraksi aliran dan adanya rumah yang berjarak hanya 50 cm dari tebing sungai. Pada abutmen di Sungai Waringin Jaya ini dilakukan analisis terhadap gerusan pada pilar dan abutmen dengan menggunakan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun. Analisis gerusan dilakukan dengan meng-input data kecepatan dan elevasi banjir pada program Hec-Ras. Hasil analisis kedalaman gerusan dengan menggunakan aliran *steady flow* diperlihatkan pada gambar di bawah ini.



(a) (b)
Gambar 7. (a). Hasil gerusan setelah di-*compute*; (b). Grafik hasil gerusan menggunakan aliran *steady flow*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Elevasi muka air semua stasiun di Sungai Waringin Jaya tidak melebihi batas tanggul yang ada, sehingga tidak terjadi banjir. Tinggi muka air pada Sta 1325 pada saat $Q_2 = 0,92$ m, $Q_5 = 0,99$ m, $Q_{10} = 1,03$ m, $Q_{20} = 1,04$ m, $Q_{25} = 1,06$ m, $Q_{50} = 1,08$ m, dan $Q_{100} = 1,10$ m, dengan elevasi tanah tertinggi adalah 145 m.
2. Berdasarkan perhitungan dengan metode rasional, debit banjir rencana dengan skala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, dan 100 tahun diperoleh berturut-turut sebesar 2,21; 2,50; 2,64; 2,77; 2,80; 2,90; dan 2,99 m³/det.
3. Berdasarkan persamaan Froehlich pada debit banjir rencana dengan kala ulang 100 tahun, gerusan yang terjadi pada abutmen sebelah kanan mencapai 1,5 m. Gerusan yang terjadi cukup besar sehingga dapat disimpulkan abutment di Sungai Waringin Jaya tidak aman terhadap bahaya gerusan.
4. Pada abutmen di Sungai Waringin Jaya ini dilakukan analisis terhadap gerusan pada pilar dan abutmen dengan menggunakan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pemerintah Republik Indonesia. Peraturan Pemerintah RI No. 37 tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, , Lembaran Negara RI (2012), Republik Indonesia
- [2] Yusuf, I. A. (2009). Pemulihan Kualitas Air Sungai Ciliwung Menggunakan Model Kualitas Air, *Jurnal Sumber Daya Air*, Vol. 5, No. 2, 115–126
- [3] Suripin, S. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Andi, Yogyakarta
- [4] Sosrodarsono, S. (2006). *Hidrologi Untuk Pengairan*, Pradnya Paramita, Jakarta
- [5] Taqwa, F. M. L. (2017). Perencanaan Normalisasi Arus Sungai Cijere di Desa Pasirmukti Kec. Citeureup Kab. Bogor, *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, Vol. 1, No. 2, 31–43. doi:<http://doi.org/10.32832/komposit.v1i2.1544>
- [6] Lengkey, A. P.; Mananoma, T.; Sumarauw, J. S. F. (2019). Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Molinow di Desa Radey Kabupaten Minahasa Selatan, *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 7, No. 8, 965–974
- [7] Wahyudi, S. I.; Adi, H. P. (2016). *Drainase Sistem Polder* (1st ed.), EF Press Digimedia, Semarang
- [8] Basuki, B.; Winarsih, I.; Adhyani, N. L. (2009). Analisis Periode Ulang Hujan Maksimum dengan Berbagai Metode (Return Periode Analyze maximum Rainfall with Three Method), *Agromet*, Vol. 23, No. 2, 76. doi:[10.29244/j.agromet.23.2.76-92](https://doi.org/10.29244/j.agromet.23.2.76-92)

- [9] Adaptian, O.; Warsito, W.; Suprpto, B. (2017). Studi Perencanaan Stabilitas Dinding Penahan Tanah pada Tebing Sungai Butong, Kelurahan Melayu Kabupaten Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah, *Jurnal Rekayasa Sipil*, Vol. 5, No. 1, 22–32
- [10] Cambodia, M. (2020). Analisis Gerusan Lokal pada Pilar Jembatan Kereta Api BH. 337 akibat Aliran Sungai Cikao, *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*, Vol. 5, No. 2, 44–53.
doi:10.2s4967/TEKSIS.V5I2.1085
- [11] Rustiati, N. B. (2012). Gerusan Lokal di Sekitar Abutment Jembatan Labuan, *SMARTek*, Vol. 5, No. 3
- [12] Warliawati, S.; Rusdin, A.; Saparudin, S. (2018). Gerusan di Sekitar Pilar Jembatan Palu I Sungai Palu, *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*, Vol. 2, No. 1, 978–602
- [13] Breusers, H. N. C.; Raudkivi, A. J. (1991). *Scouring* (1st ed., Vol. 2), CRC Press.
doi:10.1201/9781003079477
- [14] Nur, R. A.; Susilo, G. E.; Sumiharni, S. (2017). Perencanaan Dinding Penahan Tanah pada Sungai Way Hui Kabupaten Lampung Selatan, *JSRDD: Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, Vol. 5, No. 2, 1–12
- [15] US Army Corps of Engineers. HEC-RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual, , Hydrologic Engineering Center 547 (2016), 547
- [16] Istiarto, I. (2014). Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika HEC-RAS Jenjang Dasar: Simple Geometry, *Universitas Gadjah Mada*
- [17] Badan Standardisasi Nasional. (1994). SNI 03-3637-1994 Metode Pengujian Berat Isi Tanah Berbutir Halus Dengan Cetakan Benda Uji, 2–5
- [18] Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 3423:2008 Cara uji analisis ukuran butir tanah, 1–27



Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar

Vina Listia^{1,*}, Yulia², Mirza Muazzin³

¹Dinas Pengairan Aceh

^{2,3}Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Aceh

*Corresponding author, email address: yulia@unmuha.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received 22 April 2024

Accepted 29 Juni 2024

Online 30 Juni 2024

ABSTRAK

Pemenuhan kebutuhan air bersih sangat bergantung pada ketersediaan sumber air bersih. Permasalahan yang dihadapi pada musim kering, dimana sekitar 85% air daerah Kecamatan Darul Imarah tidak memiliki air bersih hanya mengambil dari sumur bor, maka perlu dianalisis kebutuhan air bersih hingga tahun 2033. Tujuan dari penelitian ini menganalisis total kebutuhan air bersih di wilayah Kecamatan Darul Imarah untuk tahun 2033, mengetahui apakah kapasitas reservoir mencukupi kebutuhan air pada tahun 2033 dan mengetahui ketersediaan air yang ada mencukupi kebutuhan daerah Kecamatan Darul Imarah hingga tahun 2033.. Hasil analisis proyeksi jumlah penduduk dan pelanggan PDAM Mountala dengan menggunakan metode aritmatik, menghasilkan kebutuhan dan ketersediaan air bersih maupun volume reservoir. Pada tahun 2033 jumlah penduduk di Kecamatan ini berjumlah 60.965 jiwa dan total 14.109 pelanggan. Kebutuhan Air Bersih tahun 2033 berdasarkan Penambahan Jumlah pelanggan dan penduduk adalah sebesar 143,10 liter/detik. Kebutuhan air dari Broncap Gle Taron masih mampu mencukupi kebutuhan air bersih untuk daerah pelayanan yang ada sekarang hingga tahun 2033. Hal ini dibuktikan dengan total kebutuhan air bersih tahun 2023 adalah 150 liter/detik. Reservoir yang dibutuhkan tahun 2033 adaah 2472,83 m3, Volume penampungan reservoir di PDAM Mountala sebanyak 1 unit dengan tampungan sebesar 500 m3. Kekurangan tampungan reservoir sebesar 1972,83 m3 atau diperlukan penambahan reservoir sebanyak 4 unit untuk dapat memenuhi ketersediaan air pada tahun 2033. Kebutuhan air bersih semakin meningkat setiap tahunnya untuk meminimalkan kekurangan air, maka perlu dilakukan efisiensi dalam pemakaian air.

Kata Kunci: Kebutuhan Air, Ketersediaan Air, Air Bersih, Volume reservoir

ABSTRACT

Fulfilling sterile water requirements is highly dependent on sterile water sources availability. The problem faced every dry season in Darul Imarah was that around 85% areas did not support with sterile water. The people merely have it from drilled wells, so that it is necessary to analyze the need for sterile water until 2033. The aims of this research were to analyze the total need for sterile water in Darul Imarah district area, to investigate whether the reservoir capacity was sufficient for water needs in 2033 and to figure out the existing of water availability met the needs and sufficiency in Darul Imarah district area until 2033. It is hoped that based on the result of this

study could provide information and knowledge to Darul Imarah community about the need and availability of sterile water especially for provision and water consumption. The analysis of the projected population and Local Water Company Mountala customers using the arithmetic method resulted sterile water need and availability and reservoir volume. In 2033, the population in this district will achieve 60,965 people with 14,109 customers. The need for sterile water in 2033 based on the increased number of customers and residents was 143.10 liters/second. Broncap Gle Taron's water needs considered still be able to meet the clean water needs for the current service area until 2033. This was proven by the total clean water need in 2023 would be 150 liters/second. The reservoir required in 2033 would be 2472.83 m³. The reservoir storage volume at Local Water Company Mountala was 1 unit with storage of 500 m³. The shortage of reservoir capacity was 1972.83 m³ or it requires 4 additional reservoir units to meet water availability in 2033. The need for sterile water increasing every year to minimize water shortages, so it is necessary to consume water effectively. Keywords: Water Needs, Water Availability, Sterile Water, Reservoir

Volume

1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia yang dibutuhkan secara berkelanjutan. Mengingat air bersih merupakan kebutuhan yang tidak terbatas dan berkelanjutan yang harus terpenuhi setiap saat, tidak hanya menyangkut debit yang cukup tetapi secara kualitas memenuhi standar yang berlaku dan secara kuantitas maupun kontinuitas harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat yang dilayaninya. Kecamatan Darul Imarah merupakan salah satu dari 23 kecamatan yang ada di Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh, sekaligus merupakan kecamatan dengan jumlah penduduk paling banyak di kabupaten tersebut. Dengan pertumbuhan penduduk dan jumlah pelanggan yang terus meningkat maka kebutuhan air bersih terus menerus meningkat pula. Beberapa tahun ke depan jumlah penduduk Darul Imarah akan semakin pesat yang tentunya akan berpengaruh terhadap peningkatan jumlah kebutuhan air bersih. Ketersediaan air yang ada belum tentu dapat menyeimbangi kebutuhan air bersih yang terus meningkat.

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif pemecahan masalah air bersih terutama untuk daerah Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis total kebutuhan air bersih di wilayah Kecamatan Darul Imarah sampai 10 tahun yang akan datang, untuk mengetahui apakah kapasitas reservoir mencukupi kebutuhan air di wilayah pelayanan Kecamatan Darul Imarah pada tahun 2033 dan untuk mengetahui apakah ketersediaan air yang ada mencukupi kebutuhan daerah Kecamatan Darul Imarah hingga tahun 2033. Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu dengan adanya penelitian ini dapat digunakan dalam penyediaan maupun pemanfaatan air bersih di wilayah Kecamatan Darul Imarah. Dapat menjadi referensi untuk yang berkaitan dengan sumber daya air bersih. Dapat memberikan informasi dan pengetahuan kepada masyarakat tentang kebutuhan dan ketersediaan air bersih di Kecamatan Darul Imarah dan diharapkan penelitian ini memberikan informasi dalam penyediaan air di wilayah Kecamatan Darul Imarah. Berdasarkan identifikasi masalah yang sudah di jelaskan di atas, maka masalah yang diteliti di batasi pada kebutuhan dan ketersediaan air Bersih serta kapasitas daya tampung unit reservoir yang ada di kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar.

Air bersih secara umum diartikan sebagai air yang layak untuk dijadikan air baku bagi air minum. Dengan kelayakan ini terkandung pula pengertian layak untuk mandi, cuci dan kakus

Sebagai air yang layak untuk diminum, tidak diartikan bahwa air bersih itu dapat diminum langsung, artinya masih perlu dimasak atau direbus hingga mendidih [3].

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum. Adapun persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologi dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping [11].

Sumber air merupakan salah satu komponen utama yang ada pada suatu sistem penyediaan air bersih, karena tanpa sumber air maka suatu sistem penyediaan air bersih tidak akan berfungsi. Macam-macam sumber air yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber air minum dan air bersih adalah sebagai berikut :

1. Air Permukaan
2. Air Tanah
3. Air Atmosfer. [3]

Jumlah pemakaian serta jenis kebutuhan air setiap orang berbeda-beda tergantung segala aktivitas serta pola hidupnya. Air yang diperlukan manusia harus cukup untuk seluruh kebutuhan hidup khususnya kebutuhan untuk minum. Air dimanfaatkan oleh berbagai sektor ekonomi antara lain sektor rumah tangga, pertanian, industri dan infrastruktur. Selain itu kebutuhan air merupakan banyaknya air yang dibutuhkan untuk rumah tangga, industri, dan lain-lain.

1. Kebutuhan air domestik yaitu keperluan rumah tangga, kebutuhan air domestik sangat ditentukan oleh jumlah penduduk, dan konsumsi perkapita.
2. Kebutuhan air non domestik yaitu kebutuhan air untuk industri, pariwisata, tempat ibadah, tempat sosial, serta tempat-tempat komersial atau tempat umum lainnya. [7]

Faktor yang mempengaruhi pemakaian air adalah :

1. Iklim Kebutuhan air untuk mandi, menyiram tanaman, pengaturan udara, dan sebagainya akan lebih besar pada iklim yang hangat dan kering daripada di iklim yang lembab.
2. Ciri-ciri penduduk Pemakaian air dipengaruhi oleh status ekonomi dari pelanggan.
3. Masalah lingkungan hidup Meningkatnya perhatian masyarakat terhadap berlebihnya pemakaian sumber daya telah menyebabkan berkembangnya alat-alat yang dapat dipergunakan untuk mengurangi jumlah pemakaian air di daerah pemukiman.
4. Faktor sosial ekonomi yaitu populasi, besarnya kota, iklim, tingkat hidup, pendidikan, dan tingkat ekonomi.
5. Faktor teknis yaitu keadaan sistem, tekanan, harga, dan pemakaian meter air. [13].

Pada umumnya kebutuhan air di masyarakat tidaklah konstan, tetapi berfluktuasi dengan adanya kebiasaan hidup dan keadaan iklim di tiap bagian di bumi ini. Seperti pada negara-negara dengan 4 musim setahunnya bahwa pemakaian air sangat meningkat mencapai 20% - 30% lebih tinggi pada musim panas yaitu pada bulan Juni, Juli, Agustus, September. Di musim dingin pemakaian air biasanya 20% lebih rendah dari rata-rata pemakaian tahunan. Dilihat dari segi iklim, maka untuk daerah beriklim tropis, termasuk Indonesia, perbedaan antara faktor maksimum per hari cenderung lebih kecil dari negara yang mempunyai 4 musim. [13]

Sistem distribusi adalah sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen, yang penelitian ini akan menggunakan metode Aritmatik.

reservoir dan pipa distribusi. Dua hal penting yang harus diperhatikan pada sistem distribusi adalah tersedianya jumlah air yang cukup dan tekanan yang memenuhi (kontinuitas pelayanan), serta menjaga keamanan kualitas air yang berasal dari instalasi pengolahan. [6] Reservoir adalah tempat

penyimpanan air untuk sementara sebelum di distribusikan kepada konsumen jika diperlukan suatu waktu. Lama penampungan disesuaikan dengan tingkat pemakaian air pada masa jampemakaian jam puncak dan pemakaian rata-rata. Fungsi reservoir adalah Sebagai cadangan air bersih dikala terjadi kerusakan atau perbaikan jaringan distribusi, sebagai cadangan untuk memenuhi fluktuasi pemakaian Dan Sebagai cadangan air untuk pemadam kebakaran. Perkiraan jumlah penduduk Proyeksi jumlah penduduk adalah menentukan perkiraan jumlah penduduk pada beberapa tahun mendatang, sesuai dengan periode perencanaan yang diinginkan. [13] Data yang diperlukan adalah jumlah penduduk maupun persentase kenaikan jumlah penduduk rata-rata pertahun yang diperoleh dari analisis data jumlah penduduk selama 10 tahun terakhir, serta rata-rata kenaikan jumlah penduduk selama 10 tahun terakhir.

2. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian menjabarkan secara rinci dan sistematis berkenaan dengan langkah-langkah penelitian. Langkah-langkah penelitian ini terdiri dari objek dan lokasi, sumber data, metode pengumpulan data, pengolahan data serta analisa.

2.1. Lokasi dan Objek Penelitian

Lokasi terletak di kecamatan Darul Imarah Kecamatan Aceh Besar dengan titik koordinat 5.5145° N, 95.3301° E. Objek penelitian ini adalah Instalasi Pengolahan Air di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Mountala dilakukan pada bulan November 2023 dengan menghimpun data dari PDAM Tirta Mountala.

2.2. Sumber Data

Sumber data primer dan data skunder pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data Primer
Hasil wawancara langsung di petugas PDAM Mountala dan perangkat gampung tentang ketersediaan air bersih
2. Data Sekunder
Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah :
 - a. Peta provinsi Aceh
 - b. Peta Kabupaten Aceh Besar
 - c. Jumlah Penduduk Darul Imarah 10 tahun terakhir
 - d. Data Jaringan PDAM Mountala kecamatan Darul Imarah
 - e. Data pelanggan PDAM Kecamatan Darul Imarah 10 tahun terakhir dari PDAM Mountala

2.3 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian dibutuhkan tahapan-tahapan dalam penelitian, berikut tahapan penelitian kebutuhan dan ketersediaan air bersih di kec. Darul Imarah kabupaten Aceh Besar :

2.3.1 Studi Pustaka

Tahap studi Pustaka yaitu mengumpulkan dan mempelajari bahan-bahan yang berhubungan dengan masalah-masalah yang diteliti. Bahan-bahan tersebut berupa bahan yang didapat dari tulisan-tulisan ilmiah, buku-buku maupun internet yang berkaitan dengan masalah yang diteliti.

2.3.2 Alat Untuk Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa alat untuk pengolaha data berikut alat yang diperlukan untuk membantu dalam penelitian ini :

- a. Perangkat Keras (Laptop)
- b. Perangkat Lunak (*Software*)

Berupa aplikasi yang di gunakan untuk pengolahan data, seperti:

1. Microsoft *Word* untuk penulisan Laporan
2. Microsoft *Excel* untuk mengolah data
3. Internet (*Google maps*)

2.3.3 Pengolahan Data

1. Tahap Persiapan
2. Pengumpulan Data
3. Pengolahan dan Analisis Data

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pembahasan merupakan hasil penelitian yang telah dianalisa dan dapat berupa gambar maupun tabel. Gambar dan Tabel yang disajikan harus dituliskan dalam kalimat penunjuk. Setiap gambar diberikan keterangan di bawah gambar.

3.1 Hasil Prediksi Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Darul Imarah

Tabel 1. Pertumbuhan Jumlah Penduduk Kecamatan Darul Imarah

Tahun	Perkembangan	Pertambahan	
	Kec. Darul Imarah	Jiwa	%
2013	50.865	-	-
2014	51.017	152	0,30
2015	52.073	1056	2,07
2016	53.177	1104	2,12
2017	54.264	1087	2,04
2018	55.350	1086	2,00
2019	56.400	1050	1,90
2020	54.145	-2255	-4,00
2021	56.187	2042	3,77
2022	55.410	-777	-1,38
2023	55.915	505	0,91

Tabel 2. Prediksi Pertambahan Jumlah Penduduk

Tahun	Prediksi Pertumbuhan penduduk (Metode <i>Aritmatik</i>)
2024	56.420
2025	56.925
2026	57.430
2027	57.935
2028	58.440

Tahun	Prediksi Pertumbuhan penduduk (Metode Aritmatik)
2029	58.945
2030	59.450
2031	59.955
2032	60.460
2033	60.965

Dilihat dari tabel 2 proyeksi jumlah penduduk dengan metode aritmatik di kecamatan Darul Imarah pertumbuhan jumlah penduduk yang setiap tahun semakin meningkat maka akan semakin banyak pula yang membutuhkan air bersih yang ada pada PDAM Mountala pada 10 tahun mendatang.

3.1.1 Hasil Prediksi Pertumbuhan Pelanggan PDAM Mountala

1. Pelanggan Industri

Proyeksi jumlah pelanggan Industri terdiri dari 3 Industri Besar (IB), Industri kecil (IK), dan Industri Pemerintahan (IP).

Tabel 3. Prediksi Pertumbuhan Jumlah Pelanggan Industri 2024-2033

Tahun	Pertumbuhan jumlah pelanggan Industri		
	IB	IK	IP
2024	10	25	82
2025	10	24	86
2026	11	24	89
2027	11	23	93
2028	12	22	97
2029	13	21	101
2030	13	20	105
2031	14	20	108
2032	14	19	112
2033	15	18	116

2. Pelanggan Niaga

Proyeksi jumlah pelanggan Niaga terdiri dari 2 yaitu Niaga Besar (NB) dan Niaga kecil (NK).

Tabel 4. Prediksi Pertumbuhan Jumlah Pelanggan Niaga 2024-2033

Tahun	Pertumbuhan jumlah pelanggan Niaga	
	NB	NK
2024	8	1295
2025	9	1354
2026	9	1414
2027	10	1474
2028	10	1534
2029	10	1593

Tahun	Pertumbuhan jumlah pelanggan Niaga	
	NB	NK
2030	11	1653
2031	11	1713
2032	12	1772
2033	12	1832

3. Pelanggan Rumah Tangga

Proyeksi jumlah pelanggan rumah tangga terdiri dari 5 yaitu rumah tangga 1 (RA), rumah tangga 2 (RB), rumah tangga 3 (RC), rumah tangga 4 (RD1), dan rumah tangga 5 (RD2).

Tabel 5. Prediksi Pertumbuhan Jumlah Pelanggan Rumah Tangga 2024-2033

Tahun	Pertumbuhan jumlah pelanggan Rumah Tangga				
	RA	RB	RC	RD1	RD2
2024	197	1258	11.378	237	73
2025	176	830	12.333	257	75
2026	155	402	13.289	276	78
2027	134	-	14.245	296	80
2028	113	-	15.201	315	82
2029	92	-	16.156	334	84
2030	71	-	17.112	354	86
2031	50	-	18.068	373	89
2032	29	-	19.023	393	91
2033	8	-	19.979	412	93

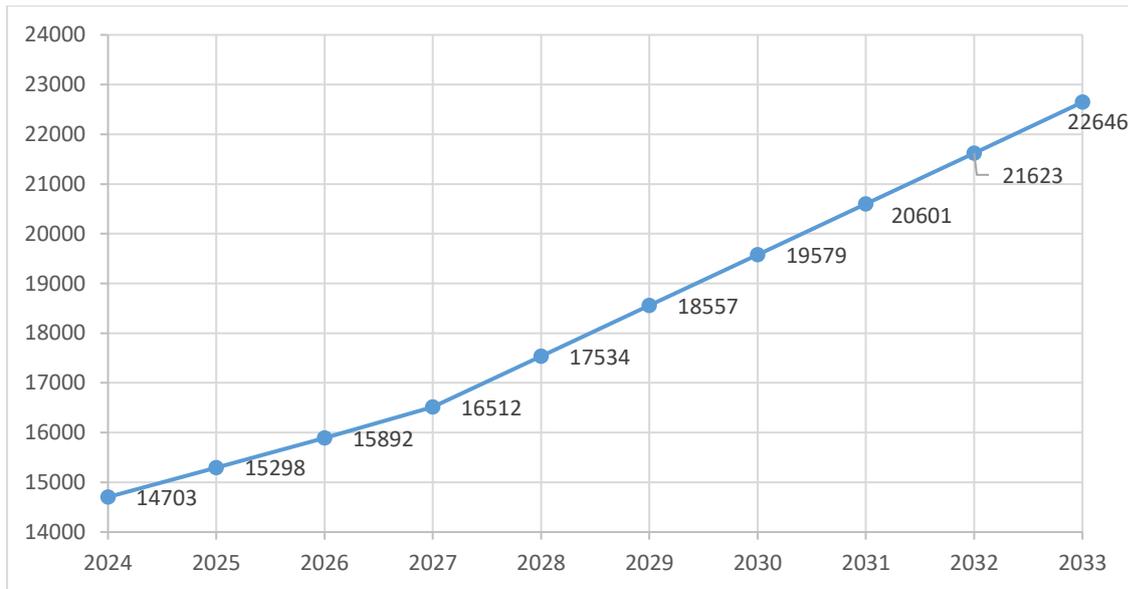
4. Pelanggan Sosial

Proyeksi jumlah pelanggan Sosial terdiri dari 2 yaitu Sosial Umum (SU) dan Sosial Khusus (SK).

Tabel 6. Prediksi Pertumbuhan Jumlah Pelanggan Sosial 2024-2033

Tahun	Pertumbuhan jumlah pelanggan Sosial	
	SK	SU
2024	49	92
2025	48	95
2026	48	97
2027	47	100
2028	47	103
2029	46	106
2030	46	108
2031	45	111
2032	45	114
2033	44	117

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat pertumbuhan yang bertambah seperti gambar 3.1 grafik proyeksi pelanggan PDAM Tirta Mountala.



Gambar 1. Grafik Proyeksi Pertumbuhan Pelanggan PDAM Mountala 2023-2033

3.2 Hasil Prediksi Kebutuhan Air Bersih Menurut Jumlah Pelanggan PDAM Mountala Daerah Pelayanan Kecamatan Darul Imarah Pada Tahun 2033

Prediksi kebutuhan air bersih pada tahun 2033 dihitung mengacu pada hasil prediksi pertambahan jumlah penduduk dan pertambahan jumlah pelanggan daerah terlayani.

3.3 Hasil Rekapitulasi Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik

Dari perhitungan kebutuhan air yang telah dilakukan, jumlah kebutuhan air minum pada daerah perencanaan secara keseluruhan untuk tahun 2033 dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 7. Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik pada tahun 2033

No	Fasilitas	Kebutuhan Air (liter/detik)
1	Domestik	76,60
2	Non Domestik	27,10
Jumlah		103,70

Maka kebutuhan air di wilayah Kecamatan Darul Imarah pada tahun 2033 berdasarkan proyeksi 10 tahun mendatang untuk sektor Domestik dan Non Domestik adalah 103,70 liter/detik (Pada tahun 2033).

3.2.1 Hasil Kehilangan Air

Besarnya kehilangan air diperkirakan sebesar 20% dari kebutuhan total sampai akhir tahun perencanaan.

Tabel 8. Total kehilangan air pada tahun 2033

No	Fasilitas	Kehilangan Air	Kebutuhan Air	Q (liter/detik)
			(liter/detik)	(liter/detik)
1	Domestik	20%	76,60	15,32
2	Non Domestik	20%	27,10	5,42
Jumlah				20,74

3.2.2 Hasil Kebutuhan Air Total

Tabel 9. Kebutuhan Air Total

No	Fasilitas	Q (liter/detik)
1	Domestik	76,60
2	Non Domestik	27,10
3	Kehilangan Air	20,74
		124,44

Jadi kebutuhan air total yang dibutuhkan di wilayah Kecamatan Darul Imarah pada tahun 2033 berdasarkan proyeksi 10 tahun mendatang untuk Domestik , Non Domestik dan kehilangan air adalah 123,50 liter/detik (Pada tahun 2033).

3.2.3 Hasil Kebutuhan harian maksimum

Analisis kebutuhan harian maksimum Kebutuhan harian maksimum adalah banyaknya air yang dibutuhkan terbesar dalam satu tahun.

Tabel 10. Kebutuhan Harian Maksimum

Q total	Q	Faktor maksimum (F1)	Kebutuhan harian (Q*F1)
	(liter/detik)	(liter/detik)	(liter/detik)
Domestik	124,43	1,15	143,10

Dari hasil analisis untuk kebutuhan air harian maksimum di tahun 2033 wilayah kecamatan Darul Imarah adalah 143,10 liter/detik.

Analisis pemakaian air pada waktu jam puncak Pemakaian air pada waktu jam puncak adalah pemakaian air tertinggi pada jam-jam tertentu dalam satu hari.

Tabel 11. Pemakaian air pada waktu jam puncak

Q total	Kebutuhan harian Sr	Faktor Peak Hour (F2)	Debit waktu puncak (Sr*F2)
	(liter/detik)	(liter/detik)	detik
Domestik	143,10	1,5	214,65

Dari hasil analisis untuk pemakaian air pada waktu jam puncak di tahun 2033 wilayah kecamatan Darul Imarah di waktu 214,65 detik.

3.3 Hasil Prediksi Ketersediaan Air Bersih Menurut Jumlah Pelanggan PDAM Mountala Kecamatan Darul Imarah Pada Tahun 2033

Tabel 12 Data Produksi Air Bersih Pada Tahun 2023

Sumber Air	Instalasi Pengolahan Air	Jumlah produksi Air (Liter/detik)
Broncap Gle Taron	Mata ie 1	60
	Mata ie 2	40
	Mata ie 3	50
Jumlah		150

Dengan menjumlahkan kebutuhan air bersih dari hasil perhitungan proyeksi jumlah penambahan pelanggan tahun 2033, wilayah Kecamatan Darul Imarah maka didapatkan total kebutuhan air bersih sebesar 143,10 liter/detik. Berdasarkan data dari PDAM Tirta Mountala sebagai PDAM yang melayani kecamatan Darul Imarah, total kapasitas Produksi yang didistribusikan saat ini adalah 150 liter/dtk, sehingga total debit Produksi yang direncanakan berdasarkan Proyeksi penambahan Jumlah pelanggan daerah pelayanan Kecamatan Darul imarah dengan asumsi jumlah desa/kelurahan yang terlayani tetap adalah 143,10 liter/detik. Maka dapat di simpulkan ketersediaan air bersih saat ini (150 liter/detik > 143,10 liter/detik) dapat memenuhi kebutuhan air bersih hingga tahun 2033.

3.3.1 Hasil Analisis Kapasitas Reservoir

Hasil Volume reservoir adalah 20% dari kebutuhan total harian.

Tabel 13. Kapasitas Reservoir

Kebutuhan harian (Sr)	Kebutuhan harian (Sr)	Kebutuhan Reservoir (Sr)	kekurangan Reservoir (Sr)
(liter/detik)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
143,10	12364,14	2472,83	1972,83

Dari tabel diatas dapat disimpulkan kebutuhan reservoir 2472,83 m³, sedangkan Volume penampungan reservoir di PDAM Mountala sebesar 500 m³. Jadi kekurangan reservoir sebesar 1972,83 m³ atau diperlukan penambahan reservoir sebanyak 4 unit dengan kapasitas tiap reservoir 500 m³. Dengan adanya pertambahan jumlah reservoir pada PDAM Mountala dapat mengatasi permasalahan kekurangan air pada kecamatan Darul Imarah dan untuk dapat memenuhi ketersediaan air pada tahun 2033.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan Analisa kebutuhan dan ketersediaan air di kecamatan Darul Imarah. maka dapat diambil kesimpulan bahwa kebutuhan Air Bersih berdasarkan Penambahan

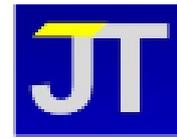
Jumlah pelanggan dan penduduk pada Daerah Aceh Besar di Darul Imarah untuk untuk proyeksi 10 tahun ke depan memiliki sebesar 143,10 liter/detik pada tahun 2033. Proyeksi jumlah penduduk dengan metode aritmatik di kecamatan Darul Imarah dengan melihat jumlah penduduk 10 tahun yang akan datang terlihat bahwa pada tahun 2033 jumlah penduduk di kecamatan Darul Imarah berjumlah 60.965 jiwa.

Ketersediaan air dari Broncap Gle Taron masih mampu mencukupi kebutuhan air bersih untuk daerah pelayanan yang ada sekarang hingga tahun 2033. Hal ini dibuktikan dengan total kebutuhan air bersih berdasarkan prediksi penambahan jumlah pelanggan daerah pelayanan wilayah Darul Imarah pada tahun 2033 lebih kecil dari kapasitas produksi saat ini. ($150 \text{ liter/detik (2023)} > 143,10 \text{ liter/detik (2033)}$) dapat memenuhi kebutuhan air bersih hingga tahun 2033. Kebutuhan reservoir yang dibutuhkan tahun 2033 adaah 2472,83 m³, sedangkan Volume penampungan reservoir di PDAM Mountala tahun 2023 sebesar 500 m³. Hasil analisis proyeksi tahun 2033 terdapat kekurangan reservoir sebesar 1972,83 m³, diperlukan penambahan reservoir sebanyak 4 unit dengan kapasitas tiap reservoir 500 m³. dan untuk dapat memenuhi ketersediaan air pada tahun 2033.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adji, Tjahyo Nugroho dan Santosa, Langgeng Wahyu. 2014. *Karakteristik Akuifer dan Potensi Airtanah Graben Bantul*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- [2] Agus, Muhamad Salim. 2019. *Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih*, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- [3] Asmadi, dkk. 2011. *Teknologi Pengolahan Air Minum*. Yogyakarta: Gosyen Publishing
- [4] Bappenas. 2006. *Pedoman Kontruksi Dan Bangunan, Dep. Pu Dalam Direktorat Pengairan Dan Irigasi*. Potret Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (Rad-Grk). Jakarta: Bappenas
- [5] Guskarnali. J. Pitulima, dan Mardiah. (2015). *Pemetaan Pola Sebaran Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Untuk Membantu Masyarakat Mencari Aquifer Air Tanah di Desa Jada Bahrain Kecamatan Merawang*. Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Bangka Belitung Volume 2, Nomor (1): 29-34.
- [6] Joko, Tri. 2010. *Unit Air Baku Dalam Sistem Penyediaan Air minum*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [7] Karolina, A. Nasution, E. dan Aritonang, E.Y. (2013). *Hubungan Perilaku Kadarzi dengan Status Gizi Balita Usia 12-59 Bulan di Wilayah Kerja Puskesmas Blangkejeren Kecamatan Blangkejeren Kabupaten Gayo Lues Tahun 2012*. Jurnal Gizi, Kesehatan Reproduksi dan Epidemiologi. Vol 2(2) : 1-11.
- [8] Kodoatie, Robert J., dan Roestam, Sjarie. 2005. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta: Andi
- [9] Marulia, Putri. 2013. *Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Identifikasi Lokasi Pemunculan Mataair dan Sebarannya di Kabupaten Sleman*. Skripsi. Di Jogjakarta : Jurusan Sains Informasi Geografi dan Pengembangan Wilayah Fakultas Geografi UGM.
- [10] Pratama Dessy, M. 2016. *Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan air bersih Wilayah Kecamatan Sukamulia Kabupaten Lombok Timur*. Skripsi S-1 Jurusan Teknik Sipil UNRAM. Mataram
- [11] Peraturan Menteri Kesehatan RI No.416/MENKES/PER/IX/1990 *Tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia : Jakarta.
- [12] Salim Agus, Muhammad. 2019. *Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih (Studi Kasus Kecamatan Bekasi Utara)*, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.

- [13] Surti & Yunus. (2021). *Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih Daerah Duri Kabupaten Enrekang. Skripsi. Makassar*: Program Studi Teknik Sipil Pengairan, Universitas Muhammadiyah Makassar
- [14] Wijanarko, Arif. 2011. *Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih Uni Kedawung PDAM Seragen* , Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.



Analisis Kelayakan Tarif Bus Trans Koetaradja Berdasarkan *Ability To Pay* (ATP) Koridor 2A Pusat Kota-Blang Bintang

Ricky Maulana¹, Amalia Effendy^{2*}, Mery Silviana³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Abulyatama

*Corresponding author, email address: amalia_sipil@abulyatama.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received 21 Juni 2024

Accepted 28 Juni 2024

Online 31 Juni 2024

ABSTRAK

Sejak diluncurkan pada Tahun 2018, angkutan Massal Perkotaan Trans Koetaradja diharapkan dapat memberikan pelayanan secara maksimal kepada masyarakat sebagai pengguna. Koridor 2A dengan rute Masjid Raya Baiturrahman-Lambaro-Blang Bintang. Untuk saat ini Pemerintah memberlakukan subsidi penuh bagi pengguna Bus, artinya Pengguna Bus dapat menumpang Bus ini tanpa perlu membayar. Namun kondisi ini tentunya tidak akan berlangsung selamanya. Perhitungan kelayakan Tarif bus berdasarkan Ability to pay dilakukan untuk melihat kemampuan Pengguna Bus ini untuk membayar tarif Bus. Penelitian ini menggunakan Metode Penelitian Deskriptif Kuantitatif melalui Teknik Survey dengan melibatkan responden sebanyak 392 kepada pengguna bus diberikan formulir survey yang berisi pertanyaan mengenai : frekuensi penggunaan Bus, rata rata penghasil dan pengeluaran Bulanan serta pengeluaran untuk membayar angkutan Responden dipilih berdasarkan aktifitas, yaitu dibedakan dalam 7 kategori berdasarkan pekerjaan , antara lain : Mahasiswa, Pelajar, Wiraswasta, Pekerja/Karyawan, PNS, Tidak bekerja dan Ibu Rumah Tangga. Hasil kuesioner kemudian ditabulasi dan dilakukan perhitungan untuk melihat sebaran tarif ATP dengan mempertimbangkan Pendapatan, persentase pengeluaran untuk transportasi dan frekuensi penggunaan. Dari hasil penelitian diperoleh persentase jenis kelamin sebesar 57% Perempuan dan 43% laki-laki. Frekuensi penggunaan Bus rata-rata dalam 1 Minggu sebanyak 4 Kali biaya transportasi yang di dapat berkisar antara Rp. 10.000 dan Rp. 200.000 Nilai ATP rata-rata sebesar Rp2.400.

Kata Kunci: Bus Transkoetaradja, Tarif, ATP, Pengguna

ABSTRACT

Since in 2018, Trans Koetaradja Urban Mass Transit is expected to provide maximum service to the community as users. Corridor 2A with the route Masjid Raya Baiturrahman-Lambaro-Blang Bintang. For now, the government applies full subsidies for bus users, meaning that bus users can ride this bus without paying. However, this condition will certainly not last forever. Calculation of the feasibility of bus fare based on Ability to pay is done to see the ability of this bus user to pay the bus fare. This study uses a Quantitative Descriptive Research Method through Survey Techniques involving 392 respondents to bus users given a survey form containing questions regarding: frequency of bus use, average monthly income and expenses and expenses to pay for transportation Respondents were selected based on activities, which were divided into 7 categories based on occupation, including: Students, Self-employed, Workers, Civil Servants, Non-workers and Housewives. The results of the questionnaire were then

tabulated and calculated to see the distribution of ATP rates by considering income, percentage of expenditure on transportation and frequency of use. From the research results, the percentage of gender is 57% female and 43% male. The average frequency of use of the bus in 1 week is 4 times the transportation costs obtained range between Rp. 10,000 and Rp. 200,000. The average ATP value is Rp. 2,400.

Keywords: Transkoetaradja Bus, Rate, ATP, User

1. PENDAHULUAN

Kondisi kinerja angkutan umum yang ada di Aceh selama ini belum optimal dilihat dari berbagai segi, baik itu kenyamanan, kecepatan, keselamatan hingga keamanan. Oleh karena itu, pemerintah Aceh menghadirkan Bus *Trans Koetaradja* untuk dapat membantu mobilitas Masyarakat. Bus *Trans Koetaradja* pertama kali beroperasi di Aceh pada tanggal 4 May 2016 [1]. Dengan kehadiran bus ini diharapkan dapat menjadi jawaban atas kebutuhan masyarakat akan transportasi umum yang aman dan nyaman bagi penumpang dan juga menjadi solusi untuk mengurangi kemacetan yang mulai terasa di beberapa titik ibukota Provinsi Aceh. Awal beroperasi, Trans Koetaradja memiliki 22 bus yang melayani tiga koridor, koridor 1 dengan rute Masjid Raya Baiturrahman-Darussalam, koridor 2A dengan rute Masjid Raya Baiturrahman-Lambaro-Blang Bintang, dan koridor 2B dengan rute Masjid Raya Baiturrahman-Ulee Lheue.

Pada tahun 2018, Pemerintah Aceh membentuk UPTD Angkutan Massal Perkotaan Trans Koetaradja sebagai pengelola Trans Koetaradja agar dapat memberikan pelayanan secara maksimal kepada masyarakat sebagai pengguna. Kementerian Perhubungan memberikan bantuan bus sebanyak sebanyak 8 unit pada Tahun 2018 dan 10 unit pada Tahun 2019, sehingga Trans Koetaradja dapat menambah pelayanan di dua koridor baru yaitu koridor 3 yang melayani rute Masjid Raya Baiturrahman-Keutapang-Mata Ie, dan koridor 5 yang melayani rute Masjid Raya Baiturrahman-Ulee Kareng-Blang Bintang. Pada tahun 2017, tercatat lebih dari 1 juta penumpang menggunakan Bus Trans Koetaradja yang melayani tiga koridor. Sejak penambahan dua koridor pada tahun 2018, jumlah penumpang meningkat tajam mencapai lebih dari 4 juta penumpang [1].

Sebagai stimulan agar masyarakat beralih ke Moda Transportasi massal, tarif Bus Trans Koetaradja masih disubsidi penuh dari pemerintah Aceh melalui dana APBA Seiring dengan meningkatnya Pengguna Bus, tentunya Pemerintah juga akan secara bertahap mengurangi Subsidi Penuh Bus. Untuk menentukan Tarif Bus yang sesuai bagi Pengguna, maka dilakukan perhitungan tarif berdasarkan *Ability to pay*. Sesuai dengan Keputusan Dirjen Perhubungan Darat No. SK.687/AJ.206/DRJD/2002 tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan Dalam Trayek Tetap dan Teratur, disebutkan bahwa ketentuan pemberian subsidi diberikan untuk angkutan penumpang umum dengan *load factor* sampai dengan 70%. [2] Trayek adalah lintasan kendaraan umum untuk pelayanan jasa angkutan orang dengan mobil bus yang mempunyai asal dan tujuan perjalanan yang tetap, lintasan tetap serta terjadwal maupun tidak terjadwal. Sedangkan *load factor* adalah rasio perbandingan antara jumlah penumpang yang diangkut terhadap jumlah kapasitas tempat duduk penumpang di dalam kendaraan pada periode. Berdasarkan ketentuan tersebut, maka besar kemungkinan layanan Trans koetaradja akan berbayar ke depannya. [3]

Terdapat beberapa Penelitian yang menghitung Tarif Bus berdasarkan *Ability to Pay*. Nadia Fadilah, dkk [4] dalam penelitian Analisis Penentu Tarif Berdasarkan Biaya Operasional Kendaraan, *Ability To Pay* Dan *Willingness To Pay* Trans BRT Koridor 1 Provinsi Gorontalo memperoleh kesimpulan Tarif berdasarkan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) untuk Trans BRT Koridor I sebesar Rp. 9.000 untuk kelompok masyarakat umum dan mahasiswa / pelajar. Besaran tarif berdasarkan ATP sebesar

Rp. 7.000,00 untuk kategori masyarakat umum dan sebesar Rp. 2.500 untuk kategori mahasiswa / pelajar. Mutiara Firdausi, dkk [5] dalam Penelitian Analisis Kemampuan dan Kemauan Membayar (ATP – WTP) Penumpang Bus Kota Rute Purabaya - Bratang mendapatkan hasil perhitungan nilai ATP sebesar Rp 7.625. Sedangkan Herdiani, dkk dalam penelitian Analisis Tarif Angkutan Umum berdasarkan *Ability To Pay*, *Willingnes To Pay* dan Biaya Operasional Kendaraan (Studi Kasus : Perum Damri Trayek : Cicaheum – Leuwi Panjang), memperoleh “rata rata ATP sebesar rata-rata berdasarkan 5 kategori jenis pekerjaan yaitu sebesar Rp. 3.834” [6]. Arif Rahman, dkk, dalam penelitian Analisis *Ability To Pay* Dan *Willingness To Pay* Tarif Bus Rapid Transit Trans Jateng [7] mengungkapkan bahwa “nilai tarif kemampuan daya beli pengguna jasa transportasi, untuk kategori pelajar/buruh/veteran nilai ATP sebesar Rp. 4.626,00.”. *Ability To Pay* (ATP) adalah kemampuan seseorang atau penumpang untuk membayar jasa angkutan yang diterimanya berdasarkan penghasilan yang dianggap ideal. Pendekatan yang digunakan dalam analisis ATP didasarkan pada alokasi biaya untuk transportasi dari pendapatan rutin yang diterimanya [8]. ATP dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain [9] : (1) Besarnya Penghasilan; (2) Kebutuhan Transportasi; (3) Total Biaya Transportasi (Harga Tiket yang Ditawarkan); dan (4) Persentase Penghasilan yang digunakan Untuk Biaya transportasi.

Kementerian Perhubungan, mendefinisikan tarif sebagai besarnya biaya yang dikenakan kepada setiap penumpang kendaraan angkutan penumpang umum yang dinyatakan dalam rupiah. Penetapan biaya tarif biasanya telah diperhitungkan sedemikian rupa oleh pelayanan angkutan supaya penyedia jasa transportasi dapat terlaksana dengan lancar [3]. oleh karena itu dilakukan analisis perhitungan tarif Bus Trans Koetaradja berdasarkan Ability To Pay (ATP) di Koridor 2A Koridor 2A melayani rute Masjid Raya Baiturrahman-Lambaro-Blang Bintang. Perhitungan tarif ini diharapkan dapat menjadi masukan dalam penentuan Tarif Bus Trans koetaradja khususnya pada Koridor 2A. Penelitian ini menggunakan Metode Penelitian Deskriptif Kuantitatif melalui Teknik Survey.

Ability to Pay (ATP) adalah konsep ekonomi yang mengukur kemampuan individu atau kelompok untuk membayar suatu barang atau jasa tanpa mengorbankan kebutuhan dasar mereka. ATP sering digunakan dalam berbagai konteks. Konsep ini sangat penting untuk memastikan bahwa tarif yang dikenakan tidak memberatkan pengguna, terutama mereka yang berada pada kelompok berpenghasilan rendah. Dengan menggunakan ATP sebagai dasar, tarif dapat disesuaikan agar tetap terjangkau bagi semua lapisan masyarakat.

Secara umum Perhitungan ATP menggunakan formula [10] :

$$ATP \text{ umum} = \frac{It.Pp.Pt}{Tt} \quad (1)$$

Dimana:

- It : Total Pendapatan Keluarga per Bulan (Rp/Kel/Bulan)
- Pp : Persentase pendapatan untuk Transportasi per Bulan dan total pendapatan Keluarga
- Pt : Persentase untuk Angkutan dari pendapatan Transportasi
- Tt : Total panjang perjalanan Keluarga pe bulan per trip (trip/Kel/Bulan)

Untuk menentukan ATP Responden berdasarkan Pekerjaan maka digunakan formula

$$ATP \text{ responden/trip} = \frac{Irs.Pps.Pts}{Trs} \quad (2)$$

Dengan:

<https://doi.org/10.37598/tameh.v13i1.142>

- Irs : Pendapatan responden per bulan (Rp/Bulan)
 Pps : Persentase pendapatan untuk transportasi per bulan dari pendapatan responden
 Pts : Persentase untuk angkutan dari pendapatan untuk transportasi
 Trs : Total panjang perjalanan per bulan per trip (Trip/Resp/bulan)

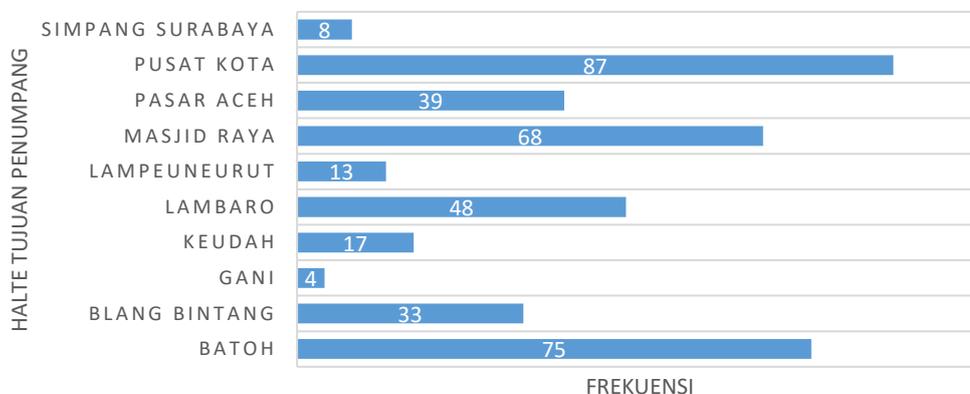
2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif analitis yaitu penelitian yang bukan bersifat eksperimen dan dimaksudkan untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan (berupa data primer dan data sekunder) yang berkaitan dengan penelitian, kemudian data-data tersebut akan dilanjutkan dengan proses analisis. Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Aceh Besar dan Kota Banda Aceh, yaitu Jalur yang dilalui oleh Bus Trans Koetaradja Koridor 2A (Pusat Kota-Blang Bintang). Sebanyak 392 Responden Pengguna Bus Trans Koetaradja Koridor 2A diedarkan formulir survey yang berisi pertanyaan mengenai (a). Frekuensi penggunaan Bus Trans Koetaradja Koridor 2A; (b) Rata-rata penghasilan bulanan; (c) Rata-rata pengeluaran bulanan; dan (4) Pengeluaran untuk membayar angkutan untuk membayar angkutan Responden dipilih berdasarkan aktifitas, yaitu dibedakan dalam 7 kategori berdasarkan pekerjaan, antara lain: Mahasiswa, Pelajar, Wiraswasta, Pekerja/Karyawan, PNS, Tidak bekerja dan Ibu Rumah Tangga. Hasil kuesioner kemudiann ditabulasi dan dilakukan perhitungan untuk melihat sebaran tarif ATP Trans Koetaradja berdasarkan kelompok responden. Hasil kuesioner yang telah ditabulasi kemudian dianalisis untuk menghitung sebaran tarif ATP Trans Koetaradja menurut kategori responden yang berbeda. Analisis ini dilakukan untuk memahami pola pengeluaran dan kemampuan membayar dari berbagai kelompok pengguna bus.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

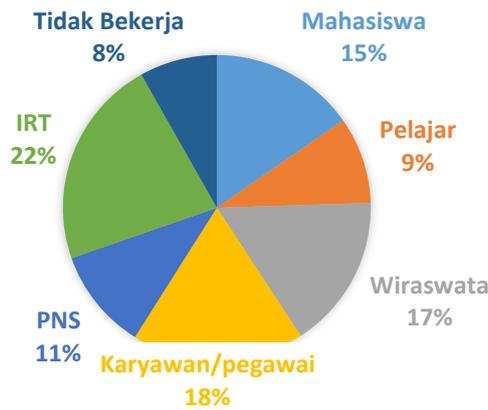
3.1. Karakteristik Responden

Dilihat dari jenis kelamin, sebaran responden terdiri dari 170 orang laki-laki, dan 222 orang perempuan. Responden lebih didominasi oleh perempuan dengan persentase sebesar 57% dan laki-laki dengan persentase sebesar 43%. Dengan frekuensi penggunaan Bus rata-rata dalam 1 Minggu sebanyak 4 Kali. Responden menggunakan Bus Trans Koetaradja ini dengan berbagai tujuan antara lain : Pusat Kota, Batoh, Masjid Raya, Lambaro, Pasar Aceh, Blang Bintang, Keudah, Lampeuneurut 13 kali dan Gani. Frekuensi tujuan Penumpang Bus dapat dilihat pada Gambar 1 berikut :



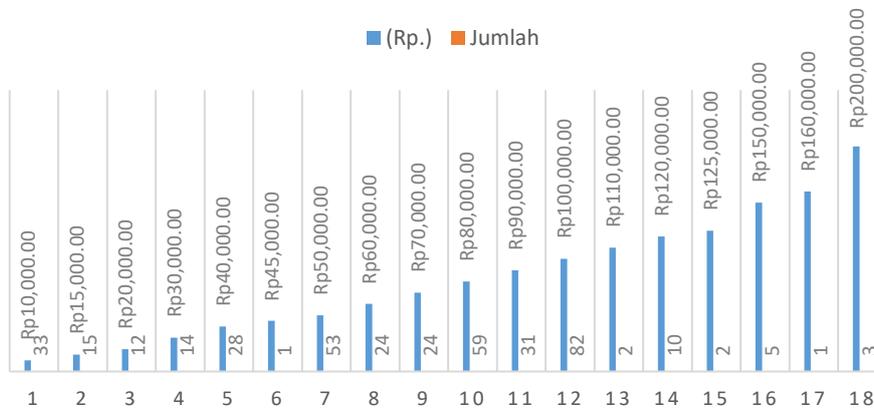
Gambar 1. Frekuensi tujuan penumpang Bus

Dari grafik di atas terlihat bahwa Tujuan Penumpang Bus Trans Koetradja didominasi ke arah Pusat Kota (87 kali) dan Batoh (75 kali). Sedangkan tujuan paling sedikit yaitu menuju Gani (4 kali). Sisanya Penumpang Bus menuju Masjid Raya (68 Kali), Lambaro (48 Kali), Pasar Aceh (39 Kali), Blang Bintang (33 Kali), Lampeunerut (13 kali) dan Simpang Lima (8 Kali). Dilihat dari sebaran Pekerjaan Responden, maka Penumpang Bus dikelompokkan menjadi : mahasiswa 60 orang, pelajar 36 orang, wiraswasta 64 orang, karyawan / pegawai 71 orang, PNS 42 orang, Ibu Rumah Tangga (IRT) 87 orang dan tidak bekerja 32 orang. Dari sisi Pekerjaan, Pengguna Bus didominasi oleh Ibu Rumah Tangga yaitu sebanyak 22%, diikuti oleh Karyawan 18%, Wiraswasta 17%, Mahasiswa 15%, PNS 11%, Pelajar 9% dan Tidak Bekerja 8%. Persentase Pengguna Bus berdasarkan Pekerjaan dapat dilihat pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2 . Persentase pekerjaan pengguna bus

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, biaya transportasi yang di dapat berkisar antara Rp. 10.000 dan Rp. 200.000 . Dari hasil penelitian, biaya transportasi yang di dapat Rp. 10.000 sebanyak 33 orang, Rp. 15.000 sebanyak 15 orang, Rp. 20.000 sebanyak 12 orang, Rp. 30.000 sebanyak 14 orang, Rp. 40.000 sebanyak 28 orang, Rp 45.000 sebanyak 1 orang, Rp. 50.000 sebanyak 53 orang, Rp. 60.000 sebanyak 24 orang, Rp. 70.000 sebanyak 24 orang, Rp. 80.000 sebanyak 59 orang, Rp. 90.000 sebanyak 31 orang, Rp. 100.000 sebanyak 82 orang, Rp 110.000 sebanyak 2 orang, Rp 120.000 sebanyak 10 orang, Rp 125.000 sebanyak 2 orang, Rp. 150.000 sebanyak 5 orang, Rp 160.000 sebanyak 1 orang dan Rp. 200.000 sebanyak 3 orang. Grafik alokasi biaya transportasi responden per-minggu dapat dilihat pada Gambar 3 berikut :



Gambar 3. Pengeluaran untuk transportasi

3.2. Rekapitulasi Tarif Berdasarkan *Ability To Pay*

Dalam penelitian ini, setelah data dari kuesioner ditabulasi, dilakukan rekapitulasi tarif berdasarkan kemampuan membayar (*Ability To Pay*, ATP) dari para responden. Untuk perhitungan *Ability to pay* Pengguna Bus Trans Koetradja dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1 *Ability to Pay* Pengguna Bus Trans Koetardja

Pekerjaan	Pendapatan per Bulan	Persentase Pengeluaran untuk biaya Tarnsportasi per Bulan	Frekuensi Penggunaan Bus	<i>Abillity to Pay</i>
1	2	3	4	5 = (2*3/4)
Mahasiswa	Rp . 2.010.000	9%	98,29	Rp1.859
Pelajar	Rp. 1.815.000	8%	113,14	Rp1.234
Wiraswasta	Rp. 5.160.000	6%	126,86	Rp2.542
Karyawan	Rp. 6.000.000	6%	141,71	Rp2.385
PNS	Rp. 4.220.000	10%	87,43	Rp4.597
IRT	Rp. 7.260.000	5%	161,71	Rp2.064
Tidak bekerja	Rp. 450.000	13%	29,14	Rp1.930

Dari tabel diatas terlihat bahwa kemampuan untuk membayar Bus Trans Koetaradja Koridor II berkisar antara Rp1.234 dan Rp4.597, dengan nilai rata-rata ATP sebesar Rp2.373. Berdasarkan nilai rata-rata maka kelayakan tarif Bus sebesar Rp2.400.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian analisis kelayakan tarif Bus Trans Koetaradja Koridor II yang melibatkan responden dari berbagai kelompok pekerjaan, yaitu pelajar, mahasiswa, ibu rumah tangga, PNS, wiraswasta, karyawan, serta tidak bekerja, didapatkan kesimpulan bahwa kemampuan membayar (*Ability to Pay*) rata-rata pengguna bus adalah sebesar Rp2.400. Penelitian ini fokus pada analisis kemampuan membayar penumpang tanpa mempertimbangkan tarif bus yang sesuai jika dilihat dari segi biaya operasional. Untuk melengkapi hasil penelitian ini, disarankan untuk melakukan studi lanjutan yang mempertimbangkan biaya operasional kendaraan dalam menentukan tarif bus yang tepat. Dengan menghitung tarif bus berdasarkan pertimbangan biaya operasional, diharapkan dapat diperoleh tarif yang tidak hanya terjangkau bagi pengguna, tetapi juga berkelanjutan bagi penyedia layanan transportasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "https://dishub.acehprov.go.id/empat-juta-lebih-pengguna-bus-transkoetaradja/." [Online]. Available: <https://dishub.acehprov.go.id/>.
- [2] Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, "Surat Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor 687 Tahun 2002 Tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan Dalam Trayek Tetap dan Teratur," *Keputusan Direktur Jenderal Perhub. Darat*, no. SK.687/AJ.206/DRJD/2002, pp. 2–69, 2002.
- [3] K. Perhubungan, "Kementerian Perhubungan Republik Indonesia Tentang Mekanisme Penetapan Tarif," vol. 2019, pp. 1–12, 2023.
- [4] N. Fadilah, F. Lintang, Y. Kadir, F. Teknik, U. N. Gorontalo, and C. Author, "Operasional Kendaraan , Ability To Pay Dan," vol. 1, no. 2, pp. 41–48, 2021.
- [5] M. Firdausi, N. El Hafizah, R. Sekartadji, and D. H. Istiono, "Analisis Kemampuan dan Kemauan Membayar (ATP-WTP) Penumpang Bus Kota Rute Purabaya-Bratang," *J. Teknol. dan Manaj.*, vol. 1, no. 1, pp. 62–66, 2020.
- [6] L. Herdiani, G. N. Sakinah, and I. Rohimat, "Analisis Tarif Angkutan Umum berdasarkan Ability

- To Pay, Willingnes To Pay dan Biaya Operasional Kendaraan (Studi Kasus : PERUM DAMRI trayek : Cicaheum – Leuwi Panjang),” *SAINTEK J. Ilm. Sains dan Teknol. Ind.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–10, 2021.
- [7] A. Rahman, R. Mudiyono, and K. Wibowo, “Analisis Ability To Pay Dan Willingness To Pay Tarif Bus Rapid Transit Trans Jateng,” *Rang Tek. J.*, vol. 6, no. 1, pp. 86–99, 2023.
- [8] O. Z. Tamin, H. Rahman, A. Kusumawati, A. S. Munandar, and B. H. Setiadji, “Evaluasi Tarif Angkutan Umum dan Analisis Ability to Pay (ATP) dan Willingness to Pay (WTP) di DKI Jakarta,” *J. Transp.*, vol. 1, no. 2, pp. 121–139, 1999.
- [9] I. Nursita, B. Yulianto, and S. J. Legowo, “Analisis Potensi Demand, Ability To Pay (ATP) dan Willingness To Pay (WTP) BST Koridor 1 dengan adanya Sistem Contra Flow di Jalan Brigjen Slamet Riyadi pada Sekolah,” *e-Jurnal MATRIKS Tek. SIPIL*, pp. 75–82, 2017.
- [10] Julien and K. Mahalli, “Pengguna Jasa Kereta Api Bandara Kualanamu (Airport Railink Service),” *J. Ekon. dan Keuang.*, vol. 2, no. 3, pp. 167–179, 2015.



Evaluasi Rasio Kapasitas Plat Lantai Jembatan Pangwa Berdasarkan Mutu Beton Aktual

Munawir^{1*}, Basil Auzan²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Aceh

²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Aceh

*Corresponding author, email address: munawir@unmuha.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received 13 Juni 2024

Accepted 26 Juni 2024

Online 30 Juni 2024

ABSTRAK

Artikel ini mengulas tentang pengaruh penurunan mutu beton yang digunakan dalam pelaksanaan konstruksi plat lantai kendaraan pada jembatan Pangwa yang terletak di kecamatan Trienggadeng, kabupaten Pidie Jaya, Provinsi Aceh. Plat lantai jembatan ini direncanakan menggunakan beton dengan mutu 30 MPa, namun dalam pelaksanaannya diperkirakan hanya tercapai sebesar 18,8 MPa. Berdasarkan mutu beton aktual tersebut maka dilakukan perhitungan kembali tingkat keamanan plat jembatan terkait kapasitas lentur dan gesernya. Analisa struktur dilakukan dengan menggunakan peranti lunak SAP2000 mengacu kepada data perencanaan. Adapun tahapannya mencakup pemodelan jembatan sebagai konstruksi baja rangka ruang dengan plat lantai menggunakan material beton bertulang, perhitungan beban, analisa gaya dalam dan pengecekan kapasitas strukturnya. Perhitungan beban dan kombinasi pembebanannya mengacu kepada standar Pembebanan untuk Jembatan (SNI 1725: 2016). Plat lantai jembatan dianalisa sebagai plat tipe satu arah menggunakan tulangan D16- 150 dengan mutu baja $f_y = 320$ MPa. Beban yang diperhitungkan mencakup: berat sendiri, beban mati tambahan, beban truk dan beban angin. Berdasarkan aksi rencana pada jembatan tersebut diperkirakan kemungkinan gaya- gaya yang timbul akibat kondisi tertentu yang diperhitungkan berdasarkan kombinasi beban dalam kondisi ultimit berupa Kuat I, Kuat II, Kuat III, Kuat IV dan Kuat V sesuai ketentuan SNI 1725- 2016. Berdasarkan hasil analisis struktur yang direkapitulasi dari nilai kombinasi beban tersebut diperoleh momen maksimum dan minimum sebesar 388,68 kN.m dan -391,22 kN.m serta gaya geser maksimum sebesar 169,60 kN. Adapun kapasitas lentur yang direncanakan adalah 396,303 kN.m (desain) dan tercapai sebesar 365, 568 kN.m (aktual) atau lebih kecil 7,75 % dari momen ultimitnya. Sedangkan gaya geser pons yang timbul pada plat lantai jembatan sebesar $V_u = 169,6$ kN dengan kapasitas geser pons, $\phi V_n = 874,895$ kN pada data desain dan tercapai sebesar 703,811 kN (aktual). Berdasarkan hasil perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa jembatan Pangwa layak untuk digunakan sebagai lintasan lalu lintas kendaraan.

Kata Kunci: Beton, Jembatan, Geser, Plat, Lentur.

ABSTRACT

This article reviewed the effect of decreasing quality of concrete in the vehicle deck on Pangwa bridge located in Trienggadeng, Pidie Jaya

district, Aceh Province. The bridge deck was planned to use concrete with a quality of 30 MPa, however in practice, it was estimated that only 18.8 MPa was achieved. Based on the actual concrete quality, this article reported a reanalysis of the bending and shear capacity ratio. Structural analysis was carried out using SAP2000 software referring to engineering design data. The stages include modeling the bridge as a space frame steel construction with a deck using reinforced concrete material, loads calculation, internal force analysis, and checking the structural capacity. Load calculations and load combinations refer to the standard Loading for Bridges (SNI 1725: 2016). The bridge deck was analyzed as a one way slabs using D16-150 reinforcement with steel grade $f_y = 320$ MPa. The loads taken into structure analysis include: self weight, additional dead load, truck load, and wind load. Based on the loads on the bridge, it is estimated that the possible forces arising from certain conditions are calculated based on the ultimate load combination of Strength-I, Strength-II, Strength-III, Strength-IV and Strength-V according to the provisions of SNI 1725-2016. Based on the results of the structural analysis recapitulated from the value of the load combination, the maximum and minimum moments were 388.68 kN.m and -391.22 kN.m while the maximum shear force were 169.60 kN. The planned bending capacity was 396.303 kN.m (design) and was achieved at 365.568 kN.m (actual) or 7.75% less than the ultimate moment. The pons shear force arising on the bridge deck was $V_u = 169.6$ kN with pons shear capacity, $\phi V_n = 874.895$ kN in the design data and was achieved by 703.811 kN (actual). Based on the results of these calculations, it can be concluded that Pangwa bridge still meets the level of safety for the use as a vehicle traffic lane.

Keywords: Concrete, Bridge, Shear, Late, Bending

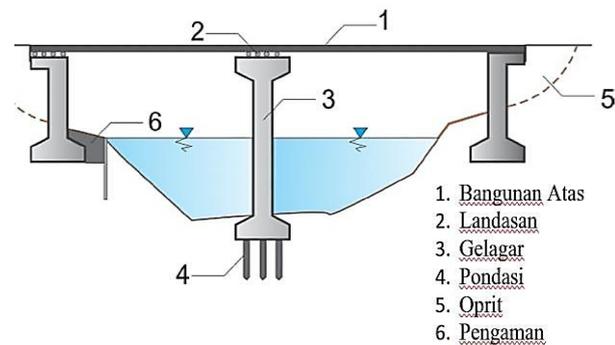
1. PENDAHULUAN

Jembatan merupakan bagian penting dalam sistem transportasi dengan menyediakan jalur yang diperlukan untuk mengatasi rintangan seperti sungai, lembah atau persimpangan jalan [1]. Jembatan jalan raya adalah komponen penting dalam sistem infrastruktur. Selain menyediakan transportasi normal untuk penumpang dan barang, jembatan juga berperan penting dalam keadaan darurat seperti pemadam kebakaran, operasi penyelamatan bencana dan layanan medis dengan memungkinkan kelancaran lalu lintas kendaraan dalam keadaan darurat. Oleh karenanya, jembatan harus memiliki kondisi struktur yang aman dan nyaman. Jika jembatan runtuh atau tidak berfungsi dengan baik, maka akan mengganggu sistem transportasi [2]. Kegagalan jembatan umumnya disebabkan oleh beban kerja yang lebih besar dari kapasitasnya dan sangat rentan terhadap kejadian ekstrim seperti gempa bumi. Kerusakannya menyebabkan kerugian dari segi korban jiwa dan ekonomi [3].

Jembatan secara umum adalah suatu struktur konstruksi yang memungkinkan untuk rute atau jalur transportasi yang melintasi sungai, jalan raya, jalan Kereta Api (KA). Jembatan juga merupakan jenis bangunan yang apabila akan dilakukan perubahan konstruksi, tidak dapat dimodifikasi secara mudah dan memerlukan biaya yang relatif mahal. Jembatan dibangun dengan umur rencana minimum dapat digunakan 50 tahun dan 100 tahun untuk jembatan panjang atau jembatan khusus [8]. Secara umum struktur jembatan dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu struktur atas dan struktur bawah [9]. Ilustrasi struktur jembatan ditunjukkan pada Gambar 1.

Beban- beban yang bekerja pada struktur jembatan perlu dihitung dengan memperhatikan besarnya nilai tegangan atau gaya yang berpengaruh ke jembatan, intensitasnya dan besarnya faktor dampak yang ditetapkan dalam nilai koefisien beban terkait pengaruh material yang digunakan atau

efek dinamis dari beban yang bekerja. Beban yang diperhitungkan mencakup: (a) beban Mati, (b) Beban Lalu Lintas yang memperhitungkan pengaruh beban Truk “T”, beban Lajur “D” dan faktor beban dinamis (FBD), (c) Gaya Rem, (d) Pembebanan untuk Pejalan Kaki [4, 5].



Gambar 1. Pemodelan Struktur Jembatan

Analisis jembatan harus memperhitungkan kemungkinan terjadinya kombinasi beban dengan keadaan batas yang disyaratkan untuk mencapai target pembangunan, keamanan dan aspek layan dengan memperhatikan kemudahan inspeksi, faktor ekonomi dan estetika. Seluruh keadaan batas harus dianggap memiliki tingkat kepentingan yang sama besar [6]. Nilai kombinasi pembebanan dihitung sesuai persyaratan yang ditetapkan dalam SNI 1725:2016 terkait standar Pembebanan untuk Jembatan [7].

Keadaan batas daya layan (*service*) disyaratkan dalam analisis dengan dibatasi pada tegangan, deformasi dan lebar retak pada kondisi pembebanan layan agar jembatan mempunyai kinerja yang baik selama umur rencananya. Sedangkan pada Keadaan batas kekuatan (*strength*) disyaratkan untuk memastikan adanya kekuatan dan kestabilan jembatan yang memadai, baik yang sifatnya lokal maupun global, untuk memikul kombinasi pembebanan yang secara statistik mempunyai kemungkinan cukup besar untuk terjadi selama masa layan jembatan. Pada keadaan batas ini, dapat terjadi kelebihan tegangan ataupun kerusakan struktural, tetapi integritas struktur secara keseluruhan masih terjaga.

Jembatan Pangwa terletak pada koordinat lintang 5° 15' 4,35" N dan bujur 96° 14' 1,46" E di lintasan jalan Provinsi yang menghubungkan dua kecamatan, yaitu ruas jalan rel kereta api pada kecamatan Trienggadeng dengan ruas jalan pada kecamatan Meureudu. Bangunan atas (*upper structure*) jembatan ini menggunakan konstruksi rangka baja yang terdiri dari batang-batang profil I dan H-Beam yang dihubungkan dengan hubungan plat buhul sehingga membentuk rangka segitiga yang di desain untuk menahan tegangan akibat dari gaya tarik, gaya tekan atau kombinasi keduanya jika terkena beban-beban dinamis. Jembatan ini dikategorikan sebagai jembatan kelas A dengan panjang bentang, $L = 60$ meter dan lebar, $B = 9$ meter. Gambar foto satelit (GIS) jembatan Pangwa dan foto kondisi jembatan Pangwa yang telah selesai dibangun ditunjukkan pada Gambar 2.

Pada saat pembangunan jembatan ini terjadi permasalahan terkait mutu beton aktual pada plat lantai kendaraannya tidak tercapai sesuai mutu rencana yang dicantumkan pada data dokumen perencanaan atau detail engineering design (DED). Berdasarkan data desainnya, jembatan Pangwa direncanakan dengan mutu beton, $f'_c = 30$ MPa dan menggunakan tulangan beton baja ulir (*deform*) dengan mutu baja, $f_y = 320$ MPa. Sedangkan pada hasil pengujian beton aktualnya merujuk kepada data pelaksanaan dalam simulasi perhitungan ulang ini hanya diperhitungkan dengan mutu beton rata-rata pada plat lantai sebesar $f'_c = 18,8$ MPa. Berdasarkan data mutu beton aktual tersebut maka

diperhitungkan ulang apakah plat lantai kendaraan pada jembatan Pangwa memenuhi kapasitasnya untuk dipergunakan sebagai jalur lalu lintas sesuai ketentuan pembebanan jembatan merujuk kepada standar Pembebanan untuk Jembatan (SNI 1725:2016).



Gambar 2. Gambar foto satelit (GIS) jembatan Pangwa [9] dan Foto kondisi jembatan Pangwa yang telah selesai dibangun dan telah difungsikan [10].

2. METODE PENELITIAN

2.1. Data Jembatan

Penelitian ini dilakukan pada struktur plat lantai jembatan Pangwa yang berlokasi di Jl. Rel Kereta Api, desa Mee Pangwa, kecamatan Trienggadeng, kabupaten Pidie Jaya. Jembatan ini dikategorikan sebagai jembatan kelas A dengan panjang bentang, $L = 60$ meter dan lebar, $B = 9$ meter. Jembatan Pangwa direncanakan dengan mutu beton, $f_c' = 30$ MPa dan menggunakan tulangan beton baja ulir (deform) dengan mutu baja, $f_y = 320$ MPa.

2.2. Analisis Kapasitas Plat Lantai Jembatan

Dalam perencanaan tebal minimum plat lantai (t_s) harus memenuhi kedua ketentuan. Plat lantai merupakan bagian dari suatu konstruksi jembatan yang letaknya dibagian atas jembatan. Pembangunan jembatan perlu kiranya juga direncanakan plat lantai agar didapat ukuran yang sesuai dan tahan terhadap beban-beban yang bekerja di atasnya, sehingga didapat suatu plat lantai yang aman dan kokoh untuk jembatan tersebut. Lantai jembatan merupakan plat lantai beton yang berfungsi sebagai lantai kendaraan. Dalam perencanaan tebal minimum plat lantai (t_s) harus memenuhi kedua ketentuan yaitu tebal minimum plat lantai (t_s) lebih besar dari 200 mm dan lebih besar dari 140 dikali dengan panjang bentang yang diukur dari pusat ke pusat tumpuan dengan satuan mm [14]. Pada perencanaan plat lantai kendaraan jembatan harus dianalisis terhadap lentur dan geser terkait gaya pons. Dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. Pada perencanaan struktur beton untuk jembatan, faktor reduksi kekuatan untuk perencanaan lentur adalah 0,8. Tebal minimum plat lantai (t_s) harus memenuhi kedua ketentuan, yaitu $t_s \geq 200$ mm dan $t_s \geq (100 + 40.l)$ mm, di mana (l) merupakan bentang plat yang diukur dari pusat ke pusat tumpuan dalam meter. Untuk menentukan luas tulangan tarik dan tekan pada plat lantai jembatan terhadap lentur harus memenuhi persyaratan perencanaan kekuatan plat terhadap lentur ($M_u \leq \phi M_n$) baik untuk tulangan tunggal maupun tulangan rangkap (tarik dan tekan).
- b. Gaya geser pons adalah gaya yang terjadi akibat adanya beban truk pada roda yang dipikul oleh

lantai jembatan (lapis perkerasan). Bagian roda truk yang bersentuhan dengan lapis perkerasan disebut bidang geser. Besar nilai beban ultimit roda truk pada plat tidak boleh lebih besar dari nilai gaya geser pons nominal dikalikan dengan faktor reduksi kekuatan geser, untuk mencegah keretakan yang dapat terjadi pada plat lantai jembatan (lapis perkerasan) Apabila keruntuhan geser dapat terjadi di sekitar tumpuan atau beban terpusat, maka kuat geser rencana plat lantai harus diambil ϕV_n . Nilai tersebut dapat diambil dengan ketentuan:

$$P_u < \phi V_{no} \quad (1)$$

$$P_u = 1,8 \times PTT \quad (2)$$

$$PTT = (1 + DLA) \times 11,25 \quad (3)$$

$$V_{no} = b' \cdot d (f_{cv} + 0,3 f_{pe}) \quad (4)$$

Dimana:

P_u = gaya geser terfaktor (kN)

PTT = berat gandar kendaraan (kN)

DLA = faktor beban dinamis

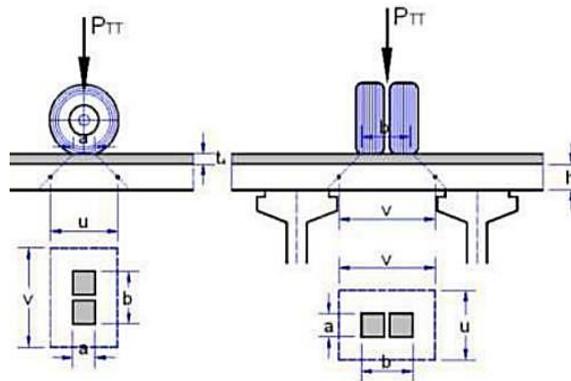
ϕ = faktor reduksi geser (0,75)

V_{no} = tahanan geser nominal (kN)

b' = panjang efektif dari garis keliling geser kritis (mm)

f_{pe} = tegangan tekan dalam beton akibat gaya prategang efektif

Tegangan yang timbul pada plat lantai mengikuti besarnya beban dari gandar kendaraan dan luas penampang bidang kontak ban. Adapun pola distribusi beban gandar kendaraan ke plat lantai seperti diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Ilustrasi Beban Truk-bidang geser pons pada lantai jembatan

Acuan Analisa pelat lantai merujuk kepada data data dari gambar Detail Engineering Design (DED) dan dokumen perencanaan. Mutu bahan beton atau baja yang digunakan sesuai dengan data perencanaan dan data aktual yang berpengaruh pada perhitungan struktur plat lantai jembatan tersebut adalah sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Mutu Bahan Beton

Data Properties Material	Mutu Bahan	
	DED (30 MPa)	Aktual (18,8 MPa)
Modulus elastik (E_c), MPa	25332,08	20378,44
Angka poisson (ν)	0,2	0,2
Modulus geser (G), MPa	1,06E+04	8,0E+03
Koefisien muai panjang (α), $^{\circ}C$	1,0E-05	1,0E-05

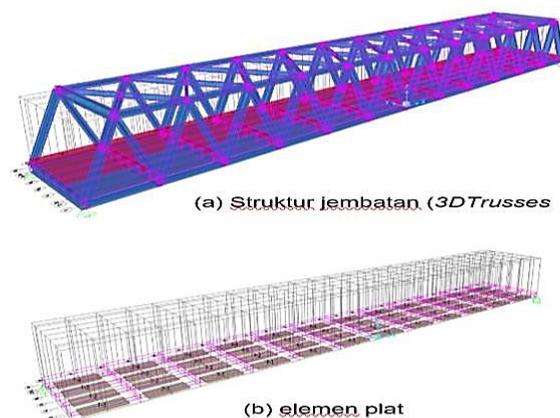
Lebih lanjut, merujuk kepada data perencanaan yang tertuang pada gambar kerja ditetapkan input data profil baja yang digunakan sebagai material profil baja pada rangka baja (trusses) jembatan Pangwa yang dimodelkan pada analisa struktur yang dilakukan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Mutu bahan baja

Data Properties Material	Mutu Bahan
Tegangan leleh baja (F_y), MPa	320
Top Chord (H-Beam/WF), mm	750.350.12.25
Bottom Chord (H-Beam/WF), mm	750.350.12.25
Diagonal Member (H-Beam/WF), mm	750.350.12.25
Top Bracing (H-Beam/WF), mm	450.200.9.16
Cross Girder (H-Beam/WF), mm	750.350.12.25
Stringer (H-Beam/WF), mm	750.350.12.25

2.3. Pemodelan Struktur Jembatan

Jembatan dimodelkan sebagai struktur ruang (3D) sesuai dengan gambar detail engineering design (DED) yang terdiri dari rangkaian plat lantai beton, rangka dan elemen struktur lainnya dengan ukuran sesuai dengan data propertis yang dipakai khususnya pada struktur plat lantai jembatan yang ditinjau dan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pemodelan Struktur jembatan (3D/ Space trusses) dan pemodelan struktur elemen plat pada SAP2000

2.4. Pembebanan Plat Lantai Jembatan

Dalam menganalisis beban plat lantai jembatan ini diperhitungkan beban-beban yang timbul akibat berat sendiri konstruksi, beban-beban yang bekerja akibat pengoperasian jembatan sebagai lintasan lalu lintas dan akibat aksi lingkungan seperti pengaruh angin terhadap konstruksi jembatan dan dalam hal ini difokuskan pada elemen struktur jembatan. Adapun besarnya beban yang diperhitungkan adalah sebagai berikut:

a. Berat sendiri (MS)

Berat sendiri adalah berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen-elemen

struktur, ditambah dengan elemen non struktur yang dianggap tetap pada konstruksi jembatan tersebut. Nilai dari berat sendiri (Q_{ms}) yaitu 7,50 kN/m dan memiliki faktor ultimitnya sebesar 1,3, hasil tersebut dapat dihitung melalui perkalian antara lebar jembatan dengan tebal dan juga berat beton bertulang sesuai dengan SNI (2016) yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Berat Sendiri

Item yang diperhitungkan	Nilai
Faktor beban ultimit (K_{ms})	1,3
Lebar (b)	1,00 m
Tebal slab lantai jembatan (h)	0,30 m
Berat beton bertulang (wc)	25,00 kN/m ³
Berat sendiri (Q_{ms})	7,500 kN/m

b. Beban mati tambahan (MA)

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non struktural dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan terus berlanjut sampai dengan berubahnya data yang ditinjau. Berat mati tambahan (Q_{ma}) yang dihasilkan yaitu sebesar 2,690 kN/m dan memiliki nilai faktor beban ultimitnya sebesar 2,00; nilai tersebut dihitung dengan penjumlahan antara lapisan aspal+overlay dengan beban air hujan dimana masing-masing nilai tersebut terdapat tebal dan beratnya ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan berat mati tambahan

Item tinjauan	Tebal	Berat	Beban
	(m)	(kN/m ³)	kN/m
Lapisan Aspal + Overlay	0,10	22,00	2,200
Air Hujan	0,05	9,80	0,490
Berat Mati Tambahan (Q_{ma})			2,690

c. Beban Truk (TT)

Beban hidup pada lantai jembatan berupa beban roda ganda oleh truk (beban T), yang besarnya ($T = 500$ kN) dengan faktor beban ultimitnya (K_{TT}) sebesar 1,8 dan nilai Faktor Beban Dinamis untuk Pembebanan truk diambil, 40% harga FBD yang dihitung digunakan pada seluruh bahan bangunan yang berada diatas permukaan tanah. Beban hidup pada lantai jembatan berupa beban roda ganda untuk masing masing baik roda tengah dan belakang (beban T) = 315 kN. Faktor beban dinamis untuk pembebanan truk (DLA) = 0,4.

d. Beban Angin (EW)

Beban hidup pada lantai jembatan berupa beban roda ganda oleh truk (beban T), yang besarnya ($T = 500$ kN) dengan faktor beban ultimitnya (K_{TT}) sebesar 1,8 dan nilai Faktor Beban Dinamis untuk Pembebanan truk diambil, 40% harga FBD yang dihitung digunakan pada seluruh bahan bangunan yang berada diatas permukaan tanah. Beban hidup pada lantai jembatan berupa beban roda ganda untuk masing masing baik roda tengah dan belakang (beban T) = 315 kN. Faktor beban dinamis untuk pembebanan truk (DLA) = 0,4.

2.5. Kombinasi Pembebanan

Kombinasi beban didasarkan kepada beberapa kemungkinan tipe yang berbeda dari aksi rencana yang bekerja secara bersamaan. Setiap kombinasi pembebanan diperhitungkan sesuai

dengan SNI 1725- 2016 yang bertujuan untuk memperhitungkan gaya-gaya yang timbul akibat kondisi tertentu. Semua kombinasi (Define load combinations) tersebut yang digunakan yaitu kuat I, kuat II, kuat III, kuat IV dan kuat V kemudian di input pada software SAP2000. Adapun kombinasi beban tersebut mencakup:

$$\text{Kuat I} = 2 \text{ Ma} + 1.3 \text{ Ms} + 1.8 \text{ Tt} \quad (5)$$

$$\text{Kuat II} = 2 \text{ Ma} + 1.3 \text{ Ms} + 1.4 \text{ Tt} \quad (6)$$

$$\text{Kuat III} = 2 \text{ Ma} + 1.3 \text{ Ms} + 1.4 \text{ Ews} \quad (7)$$

$$\text{Kuat IV} = 2 \text{ Ma} + 1.3 \text{ Ms} \quad (8)$$

$$\text{Kuat V} = 2 \text{ Ma} + 1.3 \text{ Ms} + 0.4 \text{ Ews} \quad (9)$$

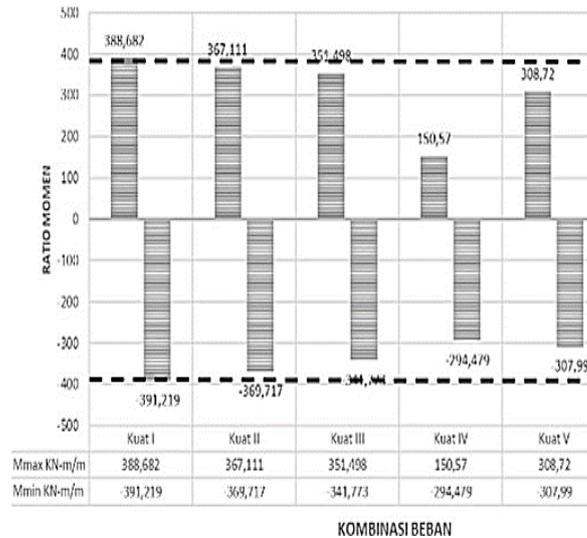
Dalam hal ini, nilai Ms, Ma, Tt dan Ews mengacu kepada hasil perhitungan beban yang bekerja pada plat lantai jembatan merujuk kepada berat sendiri, beban mati tambahan, beban gandar kendaraan dan beban angin. Nilai ini tentunya merupakan nilai beban berfaktor yang disesuaikan dengan dampak lingkungan, pengaruh sifat material dan intensitas bebannya. Hasil perhitungan kombinasi beban ini menjadi dasar dalam evaluasi kapasitas dukung plat lantai kendaraan selama jembatan dioperasikan sebagai lintasan lalu lintas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pemodelan struktur plat lantai jembatan dan perhitungan beban serta Analisa strukturnya sesuai metodologi penelitian yang disampaikan sebelumnya, dilakukan analisis terkait hasil output SAP2000 berupa momen dan gaya geser plat lantai tersebut untuk dua kasus mutu beton yang berbeda, yaitu mutu beton desain 30 MPa dan aktual 18,8 MPa. Hasil tersebut berupa nilai momen dan gaya geser pada tinjauan plat lantai yang timbul akibat beban yang diinput, dimana beban tersebut telah dihitung sesuai dengan SNI 1725- 2016 dan hasil output tersebut dihitung kembali gaya lentur dan gaya geser pons menurut mutu beton yang dipakai.

3.1 Momen yang Timbul Pada Plat

Hasil dari analisis pada SAP2000 terdapat gaya-gaya yang bekerja dalam struktur plat lantai jembatan dengan mutu beton 30 MPa dan 18,8 MPa tersebut, diperoleh hasil berupa beberapa gaya dalam yang sangat berpengaruh terhadap tingkat keamanan struktur plat lantai yang ditinjau, dimana beban- beban yang telah dihitung di input sama antara kedua mutu beton yang berbeda, baik dari berat sendiri, beban mati tambahan, beban truk maupun beban angin yang menghasilkan gaya tersebut terdapat gaya momen baik momen maksimum ataupun minimum hasil dari output SAP2000 yang dilihat dalam tampilan diagram 3D dan tabel. Momen yang timbul akibat pengaruh kombinasi-kombinasi yang bekerja dari kombinasi kuat I, kuat II, kuat III, kuat IV dan kuat V dapat dilihat pada Gambar 4.

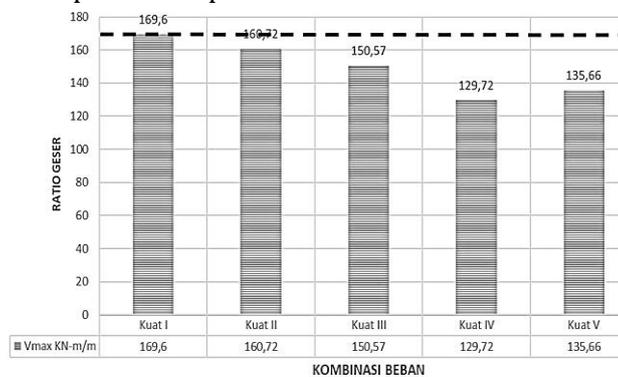


Gambar 5. Diagram momen maksimum/minimum yang timbul pada plat lantai jembatan

Hasil diagram momen yang timbul pada plat lantai kendaraan berdasarkan grafik di atas diambil dari kombinasi pembebanan kuat 1, kuat II, kuat III, kuat IV sampai kuat V, nilai gaya momen yang terjadi pada mutu beton 18,8 MPa dengan 30 MPa. Nilai momen maksimum sebesar 388,682 kN/m, dan momen minimum adalah -391,219 kN/m berdasarkan kombinasi beban kuat I. Pada kombinasi pembebanan kuat II, nilai momen maksimum yang timbul sebesar 367,111 kN/m dan nilai momen minimumnya sebesar -369,717 kNm. Kemudian kombinasi pembebanan kuat III, dimana nilai momen maksimum mencapai 351,498 kN.m dan momen minimumnya sebesar -341,773 kN.m. Kombinasi pembebanan kuat IV memiliki nilai momen maksimum mencapai 150,570 kN.m dan momen minimum sebesar -294,479 kN.m. Kemudian untuk kombinasi pembebanan kuat V, nilai momen maksimum sebesar 308,720 kN/m dan momen minimumnya sebesar - 307,990 kN/m.

3.2 Gaya Geser yang Timbul Pada Plat

Gaya geser pada struktur plat lantai jembatan ini sangat berperan besar dalam pengaruhnya terhadap kekuatan struktur dan penahan gaya- gaya lateral yang terjadi. Hasil analisis SAP2000 terdapat gaya geser yang bekerja dalam struktur plat lantai jembatan dengan mutu beton 30 MPa dan 18,8 MPa, untuk hasil gaya geser dengan output SAP2000 yang dihasilkan dalam tampilan gambar diagram 3D dan tabel. Hasil gaya geser yang timbul akibat pengaruh kombinasi-kombinasi yang bekerja pada plat lantai jembatan ini dari kombinasi pembebanan kuat I, kuat II, kuat III, kuat IV dan kuat V secara detail dapat dilihat pada hasil Gambar 6 .

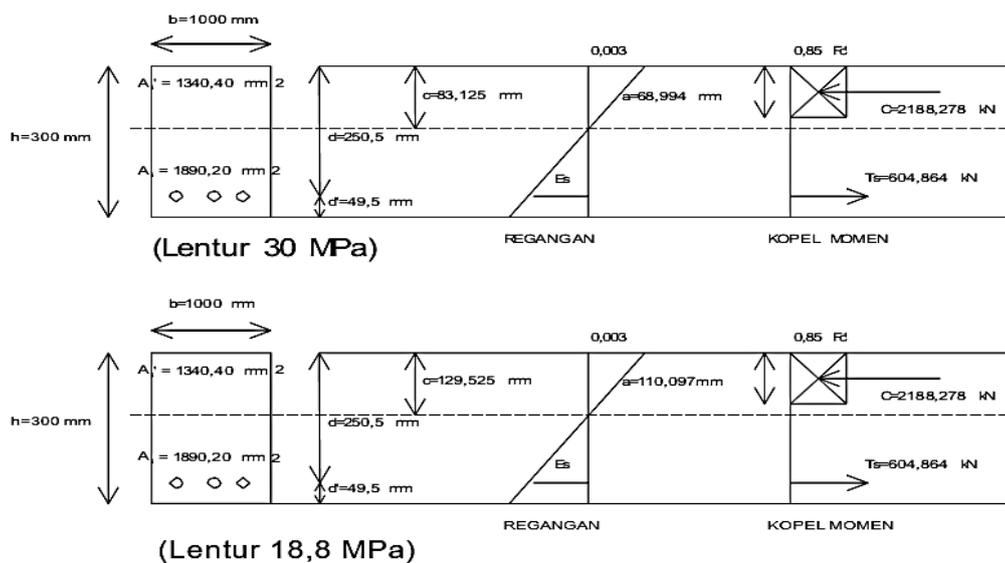


Gambar 6. Diagram gaya geser yang timbul pada plat lantai jembatan

Output case nilai pada gambar diagram diatas diambil dari kombinasi kuat I, kuat II, kuat III, kuat IV dan kuat V mempunyai nilai gaya geser yang sama pada kasus mutu beton 18,8 MPa dan 30 MPa, kemudian terdapat beberapa karakteristik nilai gaya geser maksimum yang timbul pada plat lantai jembatan dengan beberapa kombinasi tersebut, dimana gaya geser maksimum terbesar terdapat pada kombinasi pembebanan kuat I sebesar 169,600 kN/m, kemudian gaya geser untuk kombinasi pembebanan kuat II sebesar 160,720 kN/m, gaya geser untuk kombinasi pembebanan kuat III sebesar 150,570 kN/m, gaya geser untuk kombinasi pembebanan kuat IV sebesar 129,720 kN/m dan gaya geser untuk kombinasi pembebanan kuat V sebesar 135,660 kN/m. Dimana nilai-nilai tersebut direkapitulasi dari 12 area plat lantai jembatan yang telah dimodelkan dan dianalisis melalui software SAP2000.

3.3. Analisis Terhadap Lentur

Untuk menentukan luas tulangan tarik dan tekan pada plat lantai jembatan dengan mutu beton 30 MPa atau 18,8 MPa terhadap lentur harus memenuhi persyaratan perencanaan kekuatan plat lantai jembatan terhadap lentur ($M_u \leq \phi M_n$) baik untuk tulangan tunggal maupun tulangan rangkap (tarik dan tekan). Perhitungan lentur sesuai dengan RSNI (2004) dimana dimensi yang dipakai sesuai dengan tinjauan DED atau aktual penelitian dan mempunyai nilai yang berpengaruh terhadap momen ultimit output dari SAP2000 dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Regangan dan tegangan lentur mutu beton plat lantai jembatan

Informasi nilai tulangan lentur dari gambar dan pembahasan diatas mempunyai nilai perhitungan yang dihasilkan dan berpengaruh terhadap perhitungan momen nominal, persamaan dan kontrol keamanan sesuai SNI (2016) yang telah dihitung dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tulangan Lentur

	DED (30 MPa)	Aktual (18,8 MPa)
Momen Ultimit (M_u), kNm	391,219	391,219
A_s , mm^2	1890,20	1890,20
A_s' , mm^2	1340,40	1340,40
M_n	466,239	430,081
ϕM_n , kNm	396,303	365,568

3.4 Analisis Geser Pons

Perhitungan gaya geser pons sesuai dengan ketentuan pada perhitungan, besar nilai beban ultimit roda truk pada plat lantai tidak boleh lebih besar dari nilai gaya geser pons nominal kemudian dikalikan dengan faktor reduksi kekuatan geser untuk mencegah keretakan yang terjadi pada plat lantai jembatan (lapis perkerasan). Resume hasil terkait perhitungan gaya geser pons dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Gaya Geser Pons

	DED (30 MPa)	Aktual (18,8 MPa)
Luas Bidang Geser (A_v), mm ²	901800	901800
Gaya Geser Pons Nominal (P_n), N	1458158	1173018
ΦP_n	874895	703811
Beban Ultimit Roda Truk (P_u), N	567000	567000
Kontrol $P_u < \Phi P_n$	Memenuhi	Memenuhi

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang disampaikan pada artikel ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu hasil Analisa struktur dengan SAP2000 diperoleh momen ultimit maksimum sebesar 388,682 kN/m, sedangkan untuk momen ultimit minimum sebesar -391,219 kN/m dengan pengaruh terbesar pada elemen plat lantai dipengaruhi oleh pada kombinasi beban kuat I. Adapun gaya geser yang timbul pada plat lantai sebesar 169,600 kN juga dipengaruhi oleh kombinasi beban yang sama (Kuat I).

Hasil perhitungan kapasitas lentur mengacu pada mutu beton desain 30 MPa dan aktual 18,8 MPa menunjukkan momen ultimit (M_u) sebesar 391,219 kNm. Nilai ini lebih kecil dari momen nominal (ΦM_n) sebesar 396,303 kNm dengan rasio kapasitas sebesar 1,013 kN/m untuk mutu beton 30 MPa dan momen nominal (ΦM_n) sebesar 365,568 kNm dengan rasio kapasitas sebesar 0,934 untuk mutu beton 18,8 MPa, dimana persentasenya sebesar 7,755%. Nilai M_u akibat pengaruh penurunan mutu beton tidak dapat dipenuhi oleh kapasitas beton actual pada jembatan, sehingga merujuk kepada hasil perhitungan perlu ditinjau Kembali Batasan muatan yang diizinkan untuk melintasinya.

Pengaruh nilai geser pons yang dihasilkan pada perhitungan memiliki tingkat keamanan struktur plat lantai sebesar 874895 N dengan rasio kapasitas sebesar 1,543 N/m untuk mutu beton 30 MPa dan 703811 N dengan rasio kapasitas sebesar 1,241 N/m untuk mutu beton 18,8 MPa lebih besar dari beban ultimit roda truk (P_u) sebesar 567000 N, dimana persentase rasio penurunan sebesar 19,57%. Pada evaluasi ini terkait kapasitas gesernya masih terpenuhi.

Daftar Pustaka

1. B. E. Dharma, M. Amin, and S. Suwarjo, "Tinjauan Gelagar Jembatan Prategang Segmental Type I Post-Tensioning Dengan Bentang 25 Meter Pada Jembatan Sungai Benit," *Jurnal KOMPOSITS*, vol. 2, no. 1, pp. 22-26, 2021.
2. N. Xiang and M. S. Alam, "Comparative seismic fragility assessment of an existing isolated continuous bridge retrofitted with different energy dissipation devices," *Journal of bridge*

- engineering*, vol. 24, no. 8, p. 04019070, 2019.
3. N. Xiang, X. Chen, and M. S. Alam, "Probabilistic seismic fragility and loss analysis of concrete bridge piers with superelastic shape memory alloy-steel coupled reinforcing bars," *Engineering Structures*, vol. 207, p. 110229, 2020.
 4. A. Andekenro, "Perencanaan Struktur Jembatan Komposit Cihaurbeuti," Universitas Siliwangi, 2019.
 5. H. I. Hasudungan and N. Nurmaidah, "Evaluasi Perhitungan Bangunan Atas Jembatan Komposit," *Journal Of Civil Engineering Building And Transportation*, vol. 5, no. 1, pp. 26-36, 2021.
 6. S. Ardi, T. Taufik, and P. Robby, "PERENCANAAN ULANG JEMBATAN KOMPOSIT BOX GIRDER BAJA (Composite Steel Tub Girder)," Universitas Bung Hatta, 2021.
 7. M. Meillyta, M. Munawir, and Z. KCS, "Pepenerapan Concrete Jacketting Sebagai Upaya Perkuatan Pilar Jembatan Kr. Idi Rayeuk Terkait Perubahan Peraturan Pembebanan Untuk Jembatan," in *PROSIDING SNTT-VI (SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI TERAPAN)*, 2018.
 8. S. N. Indonesia, "Perencanaan struktur beton untuk jembatan," *Badan Standardisasi Nasional, Jakarta*, 2004.
 9. Google_Earth, "http's://Earth/web/@5.25113102,96.23388751,5.38204369,327.78653352,35,0,1st,3rd/data=Cognate?outhouse=0.," (diakses 5 juni 2023).
 10. ajnn, "(berita online_ Muksalmina 13:41 WIB, 09 April 2021)," in <https://www.ajnn.net/news/kejari-tak-temukan-kesalahan-pengguna-anggaran-di-proyek-jembatan-pangwa/index.html>, (diakses 5 juni 2023)



Analisis Pengaruh Pengalaman dan Karakter Sumber Daya Manusia Terhadap Kualitas Pekerjaan Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Kecamatan Kuta Alam dan Syiah Kuala)

Bunyamin^{1*}, Heru Pramanda², Wahyu Diara³, David Sarana⁴

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Iskandar Muda

⁴Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

*Corresponding author, email address: bunyamin@unida-aceh.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received 25 Juni 2024

Accepted 29 Juni 2024

Online 30 Juni 2024

ABSTRAK

Kualitas kerja merupakan suatu hasil yang dapat diukur dengan efektifitas dan efisiensi suatu pekerjaan yang dilakukan oleh sumber daya manusia. Terdapat banyak faktor yang dapat mempengaruhi kualitas pekerjaan, salah satunya dari pengalaman dan karakter. Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Dalam penelitian ini, variabel bebas terdiri dari variabel Pengalaman (X1), dan Karakter (X2), sedangkan variabel terikatnya adalah Kualitas Pekerjaan (Y). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dan karakter sumber daya manusia terhadap kualitas pekerjaan proyek konstruksi di Kabupaten Aceh Tengah. Pengolahan data menggunakan metode analisis data statistik deskriptif melalui aplikasi SPSS. Hasil penelitian yang didapat dari uji validitas setiap item pertanyaan dinyatakan bahwa semuanya valid. Pengaruh dari pengalaman dan karakter jika dilihat dari nilai tertinggi frekuensi berjumlah 50,0% yaitu berdampak sangat berpengaruh. Sedangkan nilai frekuensi tertinggi terhadap kualitas pekerjaan sejumlah 36,7%. Uji hipotesis dari uji f variabel bebas memiliki pengaruh secara (simultan) terhadap variabel terikat. Uji koefisien determinasi ganda (R²) diperoleh nilai R² = 0,782, berarti pengalaman dan karakter konsultan manajemen konstruksi secara bersama-sama berpengaruh terhadap kualitas pekerjaan. Untuk uji koefisien determinasi parsial diketahui besarnya sumbangan efektif variabel karakter sebesar 31,9%, variabel karakter lebih berpengaruh terhadap kualitas pekerjaan pada pekerjaan proyek di Kabupaten Aceh Tengah daripada variabel pengalaman.

Kata Kunci: Karakter, pengalaman, kualitas kerja, sumber daya manusia.

ABSTRACT

Quality of work is a result that can be measured by the effectiveness and efficiency of a job performed by human resources. There are many factors that can affect the quality of work, one of which is experience and character. independent variable and the dependent variable. In this study, the independent variables consisted of experience (X1) and character (X2), while the dependent variable was work quality (Y). The purpose of this study was to determine the influence and character of human resources on the quality of construction project work in Central Aceh District. The formulation of the problem of this research is how to determine the relationship between the Data processing uses the descriptive statistical data analysis method through the SPSS application. The research results obtained from the validity test of each question item stated that all were valid. The influence of experience and character when viewed from the highest frequency value is 50.0%, which has a very influential impact. While the highest frequency value for the quality of work is 36.7%. The hypothesis test of the variable f test has a (simultaneous) effect on the independent variable. The multiple determination coefficient test (R²) obtained a value of R² = 0.782, meaning that the experience and character of the management consultant jointly affect the quality of work. For the partial determination coefficient test, it is known that the effective contribution of the

character variable is 31.9%, the character variable has more influence on the quality of work in project work in Central Aceh District than the experience variable.

Keywords: Character, experience, quality of work, human resources.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara terpadat di dunia dengan sumber daya alam yang melimpah. Oleh karena itu, dengan sumber daya yang melimpah, tujuannya adalah untuk mengubah sumber daya tersebut menjadi sumber daya manusia (SDM) yang produktif. Peningkatan kapasitas dan kualitas bangsa melalui pembangunan sumber daya manusia yang berkualitas merupakan tanggung jawab bersama dalam membangun bangsa yang kuat dan negara yang adil dan makmur berkat sumber daya manusia yang unggul [1].

SDM yang berkualitas tinggi adalah mereka yang memiliki keterampilan, kemampuan dan pengetahuan serta sikap yang baik terhadap pekerjaan. Salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja pegawai adalah pengalaman kerja, oleh karena itu diperlukan pegawai dengan pendidikan dan pengalaman kerja yang baik. Oleh karena itu, pengalaman kerja mempengaruhi efisiensi seorang karyawan, masa kerja atau pengalaman kerja juga dapat mempengaruhi kualitas kerja karyawan, termasuk konsultan [2].

Dalam dunia konstruksi, ada pihak yang disebut konsultan. Konsultan proyek memainkan peran yang sangat penting dalam keberhasilan proyek. Tugas perusahaan konsultan adalah mendampingi klien pada tahap awal proyek (perencanaan dan perencanaan) dalam persiapan tahap berikutnya dan selama konstruksi (realisasi pembangunan fisik) [3].

Konsultan proyek, sebagai mitra konsultasi pemilik, harus dapat memahami dan mempertimbangkan semua masukan pemilik, membimbing dan membantu konsultan desain mengintegrasikannya ke dalam proyek. Proses tersebut dapat diulang dimana pemilik biasanya memiliki banyak kebutuhan dan keinginan untuk dipertimbangkan (terutama jika klien/pemilik terdiri dari lebih dari satu orang/pihak terkait, seperti yang sering terjadi pada proyek instansi pemerintah) [4].

Kualitas pekerjaan dapat diukur dari efektifitas dan efisiensi pekerjaan yang dilakukan oleh sumber daya manusia atau sumber daya lainnya dalam mewujudkan tujuan atau sasaran perusahaan secara benar dan efektif. Hal ini membuat Perseroan bersaing dengan perusahaan lain dalam hal peningkatan kualitas maupun dalam hal peningkatan kualitas sumber daya manusia dan produk. Pengembangan pribadi merupakan kegiatan bersama dengan karyawan dan manajer yang tujuannya mencari nilai tambah agar perusahaan dapat menjawab tantangan persaingan [5].

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh antara variabel bebas dengan variabel terikat. Dalam penelitian ini, variabel bebas adalah variabel Pengalaman (X1), Karakter (X2) dan variabel terikatnya adalah Kualitas Pekerjaan (Y). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dan karakter sumber daya manusia terhadap kualitas pekerjaan proyek konstruksi.

Penelitian yang dilaksanakan berlokasi di Kabupaten Aceh Tengah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey dengan mengumpulkan data pada sumber informasi yang dibutuhkan. Survey dilakukan dengan penyebaran kuesioner sebanyak 30 kuesioner. Pengolahan data dengan metode analisis statistik melalui aplikasi SPSS. Uji yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji validitas, uji f, uji koefisien determinasi ganda, uji koefisien determinasi parsial.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlokasi di Kabupaten Aceh Tengah, Provinsi Aceh. Metode yang digunakan untuk memperoleh data primer melalui kuesioner, dan dokumentasi. Sedangkan untuk instrument pengumpulan data alat yang digunakan adalah lembar cek list kuesioner, camera photo dan lainnya. Data sekunder sebagai penunjang data primer dapat diperoleh dengan cara mengumpulkan dokumen-dokumen yang berkaitan dengan penelitian ini, dalam hal ini dokumen tersebut berupa dokumen proyek yaitu : tahun pembangunan, lokasi proyek, total biaya proyek, jenis pembangunan, dan hasil penilaian kualitas.

Metode pengumpulan data dirancang untuk mendapatkan informasi yang relevan, akurat dan terpercaya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan angket atau angket. Kuesioner adalah serangkaian pertanyaan tertulis yang digunakan untuk memperoleh informasi dari responden dalam bentuk laporan pribadi atau informasi mereka. Kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuesioner tertutup yang diberikan alternatif jawaban dan responden hanya memilihnya. Kuesioner disebarakan sebanyak 30 responden, yang mana semua responden merupakan konsultan pada setiap konstruksi yang ada di Kabupaten Aceh Tengah. Kuesioner tertutup digunakan dalam penelitian ini karena pertanyaan tertutup lebih mudah untuk ditabulasikan. Metode pengumpulan data penelitian ini selain menggunakan kuesioner juga menggunakan informasi sekunder tentang kualitas pekerjaan yang diperoleh dari hasil pekerjaan konsultan konstruksi.

Ada dua jenis variabel yang diuji dalam penelitian ini yaitu variabel dependen dan variabel independen.

1. Variabel independen yaitu variabel yang menjadi sebab terjadinya atau terpengaruhnya variabel terikat. Variabel independen yang dipakai dalam penelitian ini adalah pengalaman dan karakter.

a. Pengalaman (X1)

Pengalaman didefinisikan sebagai tingkat pengetahuan dan keterampilan manajemen di tempat kerja, yang dapat diukur dengan tahun kerja dan tingkat pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki. Pengalaman kerja seseorang sangat ditentukan oleh rentang waktu lamanya seseorang menjalani pekerjaan tertentu. Lamanya pekerja tersebut dapat dilihat dari banyaknya tahun, yaitu sejak pertama kali diangkat menjadi karyawan atau staf pada suatu lapangan kerja tertentu.

b. Karakter (X2)

Karakter adalah sifat yang mantap, stabil dan khusus yang melekat dalam diri seseorang yang membuatnya bersikap dan bertindak secara otomatis, tidak dapat dipengaruhi oleh keadaan, dan tanpa memerlukan pemikiran/pertimbangan terlebih dahulu.

2. Variabel Dependen, variabel dependen adalah variabel terikat yang dipengaruhi karena adanya variabel bebas. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah kualitas pekerjaan (Y). Kualitas pekerjaan adalah merupakan suatu syarat dari produk layanan untuk membahagiakan pelanggan. Pemenuhan kebutuhan yang baik sejak awal atau setiap saat kepada pelanggan. Kebutuhan pelanggan yang berkesinambungan yang bebas dari kerusakan atau cacatnya suatu barang maupun jasa. Pelaksanaan survey dan penyebaran kuesioner yang dilakukan di lokasi penelitian berlangsung selama 5 hari. Data kuantitatif dalam penelitian ini dinalisis dengan menggunakan analisis deskriptif dan analisis regresi linier berganda. Analisis regresi linear berganda digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Dalam penelitian ini, variabel bebas adalah variabel Pengalaman (X1), Karakter (X2) dan variabel terikatnya adalah Kualitas Pekerjaan (Y).

2.1 Sumber Daya Manusia

Sumber daya manusia merupakan penggerak terpenting dalam pengelolaan suatu organisasi. Sumber daya tersebut dapat dilatih, dikembangkan dan dipelihara untuk masa depan organisasi bahkan dapat menentukan kelangsungan organisasi. Jika tidak ada sumber daya manusia, maka semua kegiatan atau rencana yang disusun oleh organisasi tidak akan berjalan [6].

Konsultan manajemen konstruksi adalah suatu badan/lembaga multidisiplin profesional, tangguh dan independen yang bekerja untuk pemilik proyek dari saat awal perencanaan sampai pengoperasian proyek, mampu bekerjasama dengan konsultan perencana (*architect engineer*) guna mencapai hasil yang optimal dalam aspek waktu, biaya serta kualitas seperti yang sudah ditentukan atau diinginkan sebelumnya [19].

Manajemen konstruksi adalah metode dimana pemilik proyek menugaskan perwakilan yang disebut konsultan manajemen konstruksi untuk dapat melakukan atau mengkoordinasikan, mengkomunikasikan dan juga melaksanakan semua tahapan proyek mulai dari perencanaan, desain, pengadaan, implementasi dan pasca implementasi [20].

2.2. Manajemen Sumber Daya Manusia

Manajemen SDM adalah: "Perencanaan, perolehan, pengembangan, pemeliharaan, dan penggunaan sumber daya manusia untuk pencapaian tujuan, baik secara individu maupun secara organisasi [7]. Pendapat lain menyatakan bahwa manajemen SDM adalah peranan tenaga kerja agar efektif dan efisien membantu terwujudnya tujuan perusahaan, karyawan, dan masyarakat [8]. Pendapat lain juga menyatakan bahwa manajemen SDM adalah: proses pengelolaan sumber daya manusia, melalui perencanaan, rekrutmen, seleksi, pelatihan, pengembangan, remunerasi, karir, keselamatan dan kesehatan serta menjaga hubungan pasar tenaga kerja sampai dengan berakhirnya hubungan kerja, guna mencapai tujuan perusahaan dan meningkatkan kesejahteraan pemangku kepentingan [9]. Pendapat lain menyatakan bahwa manajemen SDM adalah suatu ilmu atau cara bagaimana mengatur hubungan dan peranan sumber daya (tenaga kerja) yang dimiliki oleh individu secara efisien dan efektif serta dapat digunakan secara maksimal bahwa tujuan perusahaan, karyawan dan masyarakat tercapai dengan sebaik mungkin [10]. Pendapat lain juga menyatakan bahwa manajemen SDM adalah suatu pendekatan dalam mengelola masalah manusia [11] berdasarkan tiga prinsip dasar, yaitu:

1. Sumber daya manusia merupakan aset/aset yang paling berharga dan penting dari suatu organisasi/perusahaan karena keberhasilan suatu organisasi sangat tergantung pada unsur manusianya.
2. Kesuksesan sangat mungkin terjadi ketika kebijakan dan prosedur sumber daya manusia perusahaan saling berhubungan dan menguntungkan semua pihak di perusahaan.
3. Budaya organisasi perusahaan dan nilai-nilai serta perilaku manajemen yang timbul dari budaya tersebut memiliki pengaruh yang besar untuk mencapai hasil yang terbaik. Berdasarkan beberapa pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa HRM berperan penting dalam pemenuhan kebutuhan personel mulai dari perencanaan hingga pemberhentian personel, yang membantu dalam pencapaian tujuan organisasi.

2.3 Fungsi Utama Sumber Daya Manusia

Berbagai sumber menyebutkan ada 5 fungsi utama dari SDM [11] yaitu:

1. SDM seperti tenaga kerja, yaitu. pekerja yang siap bekerja, termasuk yang sudah bekerja, pencari kerja, pelajar sekolah dan ibu rumah tangga.

2. SDM seperti tenaga ahli dimana setiap orang memiliki keahlian dan kelebihan yang berbeda. Seiring waktu, individu-individu ini mampu mengembangkan bakat atau kekuatan mereka untuk membawa mereka ke titik di mana mereka ahli dalam bidang tertentu.
3. SDM sebagai pengelola dimana manusia adalah makhluk uni-dualistik, artinya manusia berperan sebagai makhluk sosial disamping berperan sebagai individu. Aristoteles menyatakan bahwa manusia adalah makhluk yang secara alamiah akan membentuk kelompok atau komunitas, sehingga bisa dikatakan bahwa mereka tidak dapat hidup tanpa manusia lain. Kemampuan setiap orang tidak sama, ada yang banyak kekurangan, ada yang memiliki kelebihan dibanding orang lain.
4. Sebagai pengusaha sumber daya manusia, yaitu. orang harus bisa memasuki dunia produksi. Dalam dunia produksi ini, manusia dapat menghasilkan jasa atau barang untuk memenuhi kebutuhannya sendiri atau orang lain. Peranan manusia dalam dunia produksi menunjukkan bahwa ia berusaha menghasilkan sesuatu dengan usaha, baik hasil sendiri maupun kelompok, baik dengan tangannya maupun dengan sumber dayanya.
5. Pengembangan SDM iptek (IPTEKS) merupakan sumber informasi yang dapat meningkatkan pengetahuan atau keahlian di bidang teknologi. Ilmu pengetahuan dan teknologi merupakan hasil pemikiran manusia yang bertujuan untuk memudahkan pekerjaan manusia dalam kaitannya dengan teknologi.

2.4 Sumber Daya Pada Konstruksi

Hal yang menjadi suatu permasalahan yang umumnya timbul dalam suatu pelaksanaan konstruksi yaitu minimnya kinerja yang dihasilkan dari sumber daya yang digunakan. Untuk lebih jelasnya, kita harus mengetahui sumber daya yang umumnya kita gunakan dalam proses konstruksi [12], antara lain:

1. Uang (*money*), merupakan unsur penunjang yang sangat penting dalam pelaksanaan kegiatan konstruksi dan menunjang produktifitas proyek, bahkan memulai proyek dari awal membutuhkan sumber daya berupa uang. Uang dalam suatu kegiatan proyek ibarat bahan bakar dalam kendaraan yang menjadi motor penggerakannya, sehingga jika terjadi masalah pada arus kas keuangan proyek maka akan mempengaruhi kelancaran operasional proyek tersebut.
2. Tenaga kerja (*man power*), merupakan elemen sumber daya yang merupakan ukuran produktivitas kegiatan proyek, dimana penurunan produktivitas tenaga kerja secara alami mempengaruhi efisiensi kemajuan kegiatan proyek. Perlu diketahui bahwa sumber daya manusia merupakan sumber daya yang lebih sulit dikelola dibandingkan dengan sumber daya lainnya karena setiap orang memiliki sudut pandang dan kepentingan yang berbeda.
3. Bahan (*material*), merupakan unsur sarana pendukung proyek dalam pelaksanaan fisik tujuan proyek. Dalam desain, bahan memegang peran pendukung yang paling penting dalam mendukung tingkat produktivitas tenaga kerja, tetapi juga dapat menjadi penghambat kelancaran produktivitas, seperti jenis bahan yang diproses.
4. Peralatan (*machine*), merupakan jenis sumber daya yang dapat diukur dan dianalisis tingkat produktivitasnya, umumnya peralatan memiliki kapasitas yang berbeda-beda tergantung tipe dari peralatan tersebut. Tentunya pemilihan peralatan yang tepat sesuai dengan pekerjaan dalam proyek konstruksi memberikan kontribusi yang besar dalam keberhasilan suatu proyek.
5. Metode kerja (*method*), merupakan suatu unsur sumber daya proyek dalam bentuk cara atau teknik rekayasa dalam memberikan tingkat efektivitas dan efisiensi pada pekerjaan di lapangan. Tentunya peranan metode kerja tidak lepas dari peran para insinyur dalam inovasi perekayasaan suatu masalah konstruksi guna meningkatkan tingkat produktivitas pekerjaan.

2.5 Pengalaman Kerja

Pengalaman kerja merupakan modal yang dimiliki karyawan, termasuk keterampilan dan kemampuan yang diperoleh dari proses pembelajaran yang dimiliki seseorang dalam melaksanakan tugas yang dibebankan kepadanya [13].

Pengalaman adalah proses belajar dan mengembangkan potensi yang terlihat dalam pendidikan formal dan informal. Pengalaman kerja seseorang dapat menunjukkan keterampilan mereka dan memberi seseorang kesempatan kerja yang lebih baik [14].

Terdapat beberapa indikator pengalaman kerja yaitu:

1. Jumlah tugas yang diselesaikan pengalaman kerja seseorang menceritakan tentang jenis pekerjaan atau jumlah tugas yang telah diselesaikannya dan menawarkan kesempatan yang sangat baik untuk melakukan pekerjaan yang lebih baik.
2. Lamanya konsultan bekerja, di mana kualitas kerja adalah seberapa baik seorang karyawan mengerjakan apa yang seharusnya dikerjakan.
3. Jumlah perusahaan yang diproses.
4. Tingkat pengetahuan, merupakan domain yang sangat penting untuk terbentuknya tindakan seseorang.
5. Keterampilan adalah keterampilan yang diperoleh selama tahap pembelajaran atau pelatihan untuk melakukan pekerjaan dengan mudah dan akurat.

2.6 Karakter

Karakter adalah elemen dasar dalam diri seseorang, membentuk karakter psikologis seseorang dan membuatnya berperilaku sesuai dengan dirinya sendiri dan nilai-nilai yang cocok untuknya dalam berbagai keadaan [15]. Sedangkan secara terminologis, para ahli mendefinisikan karakter dengan redaksi yang berbeda-beda.

Karakter adalah individu yang berorientasi kepada tindakan, dan bermotivasi tinggi yang mengambil risiko dalam mengejar tujuan. Daftar ciri-ciri dan sifat berikut memberikan sebuah profil seseorang [16]:

1. Memiliki kepercayaan diri yang tinggi
2. Memiliki orientasi kepada tugas dan hasil
3. Berani mengambil risiko
4. Mampu menjadi pemimpin
5. Orisinil
6. Memandang ke masa depan

2.7 Kualitas Kerja

Kualitas pekerjaan adalah hasil yang dapat diukur dari efektifitas dan efisiensi pekerjaan yang dilakukan oleh sumber daya manusia atau sarana lain untuk mencapai sasaran atau tujuan perusahaan secara tepat dan efektif. Karena pada dasarnya anda dapat melihat seberapa besar peran sumber daya manusia di dalam perusahaan, hal tersebut dapat dilihat dari pekerjaan karyawan di perusahaan tersebut. Menghasilkan tenaga kerja yang berkualitas tidak hanya membutuhkan karyawan yang handal, tetapi juga proses yang mendukung kinerja yang diharapkan dari karyawan yang produktif. Seperti menetapkan jaminan pekerjaan sesuai dengan harapan karyawan, juga memperkuat semangat kerja karyawan sehingga kualitas kerja karyawan sesuai dengan harapan perusahaan [17].

Kualitas kerja mengacu pada kualitas sumber daya manusia [18], kualitas sumber daya manusia mengacu pada :

- a. Pengetahuan (*knowledge*) yaitu kemampuan seseorang yang lebih memperhatikan kecerdasan dan keterampilan berpikir, serta penguasaan pengetahuan yang luas.
- b. Kemampuan (*Abilities*) yaitu kompetensi yang dibentuk dari berbagai kemampuan yang dimiliki seseorang, antara lain loyalitas, kedisiplinan, Kerjasama dan rasa tanggung jawab.
- c. Keterampilan, yaitu seseorang yang memiliki keterampilan dalam bidang kegiatan dan teknik tertentu. Berdasarkan pemahaman peneliti tentang kualitas kerja tersebut di atas, dapat disimpulkan bahwa kualitas kerja adalah hasil kerja seseorang, yang merupakan ukuran apakah seseorang mencapai tujuannya dengan tepat dan akurat.

2.8 Metode Perhitungan

Metode perhitungan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: metode tes valid. Validitas adalah ukuran tingkat validitas atau validitas suatu instrumen. Instrumen yang valid memiliki maturitas yang tinggi sedangkan instrumen yang valid memiliki yield yang rendah. Suatu instrumen dikatakan valid jika dapat mengukur apa yang hendak diukur [21].

Menghitung korelasi antara masing-masing pernyataan dengan skor total dengan menggunakan rumus teknik korelasi produk moment. Adapun rumusnya adalah:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\{n\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2\} \{n\sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \quad (1)$$

Di mana:

- r = koefisien korelasi,
- Y = produktivitas pekerja
- Xi = elemen variabel bebas
- N = jumlah data

2.9 Metode Deskriptif.

Metode deskriptif adalah suatu metode dalam meneliti status sekelompok manusia, suatu obyek, suatu set kondisi, suatu sistem pemikiran ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang. Tujuan dari analisis deskripsi adalah membuat deskripsi gambaran yang sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta yang diteliti di lapangan. Merupakan analisis yang digunakan untuk mengolah data yang diperoleh dalam bentuk angka kemudian dideskripsikan berdasarkan distribusi frekuensi, nilai rata-rata dan defisiensi standar melalui perhitungan statistik [22].

Metode Analisis regresi berganda. Analisis regresi berganda adalah suatu metode untuk meramalkan nilai pengaruh dua variabel independen atau lebih terhadap satu variabel dependen [23]. Lebih mudahnya yaitu untuk membuktikan ada tidaknya hubungan antara dua variabel atau lebih dari dua variabel independen $X_1, X_2, X_3, \dots, X_i$ terhadap satu variabel terikat Y. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk mengetahui adanya hubungan antara variabel-variabel tersebut:

$$Y = a + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 \quad (2)$$

- Y = Variabel Kualitas Pekerjaan
- a = Bilangan konstanta
- β_1 = Koefisien regresi Pengalaman
- β_2 = Koefisien regresi Karakter
- X1 = Variabel Pengalaman
- X2 = Variabel Karakter

2.10 Metode Hipotesis.

Hipotesis adalah pernyataan yang memainkan peran penting dalam penelitian. Biasanya, hipotesis adalah jawaban sementara untuk pertanyaan yang disajikan dalam pernyataan masalah [24]. Adapun uji hipotesis yang akan dilakukan adalah:

1. Uji F (F test)

Uji F ini digunakan untuk menguji apakah variabel-variabel yang ada secara simultan (bersama-sama) berpengaruh signifikan terhadap produktivitas kerja pada proyek, yaitu membandingkan antara nilai tingkat signifikan (α) = 5% (0,05) yang ditetapkan dengan nilai sig F hitung. Jika F hitung kurang daripada nilai α yang ditetapkan maka dapat disimpulkan bahwa semua variabel bebas secara simultan dapat mempengaruhi variabel terikat. Sebaliknya jika F hitung lebih daripada nilai α , maka dapat disimpulkan bahwa variabel bebas secara simultan tidak berpengaruh terhadap variabel terikat (Y) [25].

2. Koefisien Determinasi (R²)

Menurut Sujarweni (2015), "Koefisien Determinasi (R²) digunakan untuk mengetahui presentasi perubahan variabel tidak bebas (Y) yang disebabkan oleh variabel variabel bebas (X)". Jika R² semakin besar, maka persentasi perubahan variabel tidak bebas (Y) yang disebabkan oleh variabel bebas (X) semakin tinggi. Jika R² semakin kecil, maka persentasi perubahan variabel tidak bebas (Y) yang disebabkan oleh variabel bebas (X) semakin rendah [26].

Penelitian yang berjudul Pengaruh Pengalaman dan Karakter Sumber Daya Manusia Konsultan Manajemen Kontruksi terhadap Kualitas Pekerjaan Pada Proyek Di kabupaten Pandegelang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengalaman konsultan manajemen konstruksi berpengaruh positif dan signifikan terhadap kualitas pekerjaan konstruksi di PNPM Mandiri Kabupaten Pandegelang, artinya semakin baik pengalaman konsultan konstruksi maka kualitas pekerjaan akan semakin baik. dibangun dan sebaliknya, semakin buruk pengalaman konsultan konstruksi, semakin buruk kualitas pekerjaan yang dibangun, yang berpengaruh sebesar 33,0% [2].

Penelitian yang berjudul Relevansi Kualifikasi Kontraktor Bidang Teknik Sipil Terhadap Kualitas Pekerjaan Proyek Konstruksi Di Provinsi Banten. Hasil yang di dapatkan berdasarkan analisis yang telah dilakukan mengenai korelasi antara kualifikasi kontraktor dengan kualitas pekerjaan proyek konstruksi, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu: Hasil Uji validitas yang dilakukan terhadap kuesioner yang disebarkan menunjukkan bahwa semua item pertanyaan pada kuesioner tersebut valid dengan membandingkan antara r-hitung dengan r-tabel. r-hitung pada setiap item menunjukkan nilai yang lebih besar dar rtabel. Hasil uji reliabilitas yang telah dilakukan terhadap kuesioner yang telah disebarkan dinyatakan reliabel karena nilai nilai cronbach's alpha (α) hitung lebih besar dari nilai cronbach's alpha (α) yaitu $0,947 > 0.60$ [17].

Penelitian yang berjudul Evaluasi Pengaruh Kinerja Mandor Terhadap Kualitas Pekerjaan Pembangunan Gedung. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa : Dari hasil uji F didapatkan bahwa secara simultan faktor Motivasi (X1), Ketrampilan (X2), Disiplin (X3), Pendidikan (X4), Pengalaman (X5), Upah/Gaji (X6), Usia (X7) dan Kecakapan (X8) berpengaruh secara bersama-sama terhadap kualitas pekerjaan dengan nilai F hitung = $18.575 > F_{tabel} = 2.187$ [18].

3. Uji Simultan dengan F-test

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah terdapat secara bersama- sama variabel bebas terhadap variabel terikat. Uji F dilakukan secara serentak untuk membuktikan hipotesis awal tentang pengaruh variabel Pengalaman (X1), Karakter (X2) sebagai variabel bebas, terhadap Kualitas Pekerjaan (Y) sebagai variabel terikat. Adapun hipotesis yang dapat diajukan untuk uji F adalah sebagai berikut:

- A. Hipotesis nol (H_0) diterima, maka: artinya tidak ada pengaruh antara variabel bebas (X_1, X_2) secara bersama-sama terhadap variabel terikat (Y).
- B. Hipotesis nol (H_0) ditolak, maka: artinya ada pengaruh antara variabel bebas (X_1, X_2) secara bersama-sama terhadap variabel terikat (Y).

Kriteria Pengujian dengan SPSS:

- A. Apabila nilai signifikansi $> 0,05$, maka H_0 diterima.
- B. Apabila nilai signifikansi $\leq 0,05$, maka H_0 ditolak.

4. Uji Regresi Linier Berganda

Determinasi (R^2) Dalam uji regresi linier berganda dianalisis pula besarnya koefisien regresi (R^2) keseluruhan. R^2 pada intinya mengukur seberapa jauh kemampuan model regresi dalam menerangkan variasi variabel dependen atau variabel terikat. Nilai R^2 adalah antara nol dan satu. R^2 mendekati 1 (satu) maka dapat dikatakan semakin kuat kemampuan variabel bebas dalam model regresi tersebut dalam menerangkan variabel terikat, sebaliknya jika R^2 mendekati 0 (nol) maka semakin lemah variabel bebas menerangkan variasi variabel terikat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dilakukan akan uraikan sebagai berikut:

a. Hasil Uji Validasi

Rumus yang digunakan dalam uji validitas adalah *Product Moment* dari *Pearson*. Dari rumus tersebut, akan diperoleh angka korelasi (nilai r) yang dapat dipakai untuk menjelaskan hubungan variabel. Besarnya r dapat dihitung dengan taraf kesalahan atau signifikansi 5%. Apabila $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka dapat disimpulkan data tersebut valid dan dapat digunakan untuk mengukur apa yang akan diukur. Berdasarkan hasil pengujian validitas terhadap 30 responden, dapat diketahui bahwa seluruh item atau butir pertanyaan memiliki koefisien korelasi *product moment person* lebih besar dari pada r_{tabel} ($r = 0,30$) sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh item valid.

b. Hasil Uji Analisis Deskriptif

Analisis ini digunakan untuk menganalisa hasil jawaban kuesioner yang telah diisi oleh responden tentang tanggapan pengaruh variabel yang telah ditentukan tersebut. Selanjutnya analisa tersebut disusun dalam tabel frekuensi dengan keterangan kategori jawaban responden.

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat digambarkan distribusi pengalaman para konsultan Manajemen Konstruksi (MK) yang bekerja pada proyek di Kabupaten Aceh Tengah dijabarkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Pengalaman Konsultan MK

Keterangan	Frekuensi	Persen (%)
Tidak Berpengaruh	-	-
Kurang Berpengaruh	-	-
Cukup Berpengaruh	4	13.3
Berpengaruh	11	36.7
Sangat Berpengaruh	15	50.0
Total	30	100

Data penelitian menunjukkan bahwa pengalaman konsultan manajemen konstruksi yang bekerja pada proyek di Kabupaten Aceh Tengah, termasuk sangat berpengaruh yang dinyatakan oleh 50.0% responden, dan hanya terdapat 13,3% yang mempunyai pengalaman cukup berpengaruh serta tidak ada responden yang mempunyai pengalaman yang tergolong buruk.

Berdasarkan hasil penelitian dapat digambarkan distribusi karakter para konsultan manajemen yang bekerja pada proyek di Kabupaten Aceh Tengah, seperti tercantum pada Tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Karakter konsultan MK

Keterangan	Frekuensi	Persen (%)
Tidak Berpengaruh	-	-
Kurang Berpengaruh	-	-
Cukup Berpengaruh	3	10.0
Berpengaruh	12	40.0
Sangat Berpengaruh	15	50.0
Total	30	100

Data penelitian menunjukkan bahwa karakter para konsultan manajemen konstruksi yang bekerja pada proyek di Kabupaten Aceh Tengah, termasuk sangat berpengaruh yang dinyatakan oleh 50,0% responden, dan lainnya sebesar 10,0 yang mempunyai karakter yang tergolong cukup berpengaruh, jadi tidak ada responden yang mempunyai karakter kurang dan tidak berpengaruh. Variabel kualitas pekerjaan dilihat dari hasil yang dapat diukur dari efektivitas dan efisiensi pekerjaan yang dilakukan oleh sumber daya manusia atau sumber daya lain untuk mencapai tujuan yang menjadi tanggung jawab dari para konsultan manajemen konstruksi yang bekerja pada proyek di Kabupaten Aceh Tengah dan telah dilakukan penilaian oleh tim Dinas Pekerjaan Umum tingkat Kabupaten, seperti tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. Kualitas kerja Konsultan MK

Keterangan	Frekuensi	Persen (%)
Tidak Berpengaruh	-	-
Kurang Berpengaruh	-	-
Cukup Berpengaruh	9	30.0
Berpengaruh	10	33.3
Sangat Berpengaruh	11	36.7
Total	30	100

Data penelitian menunjukkan bahwa kualitas pekerjaan pada pekerjaan proyek di Kabupaten Aceh Tengah termasuk baik, yang ditunjukkan dari responden yang mempunyai kualitas pekerjaan tergolong sangat berpengaruh sebanyak 36.7% responden, dan terdapat sebesar 33,3% yang tergolong berpengaruh, serta 30,0% yang mempunyai kualitas pekerjaan cukup baik.

c. Hasil Uji Hipotesis

a) Hasil Uji Simultan (Uji F)

Uji F digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel independen secara simultan terhadap variabel dependen. Hasil uji F dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji simultan (Uji F)

Model	ANOVA ^a				
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	204.357	2	102.179	48.392	.000 ^b
Residual	57.010	27	2.111		
Total	261.367	29			

a. Dependent Variable: (Y) Kualitas Pekerjaan

b. Predictors: (Constant), (X2) Karakter, (X1) Pengalaman

Hasil perhitungan uji F diperoleh nilai Fhitung = 48,392 dengan sigifikansi $0,000 < 0,05$. Hasil ini menunjukkan hipotesis (H_a), pengalaman dan karakter konsultan manajemen konstruksi secara

<https://doi.org/10.37598/tameh.v13i1.145>

bersama-sama berpengaruh positif dan signifikan terhadap kualitas pekerjaan yang dibangun pada pekerjaan proyek di Kabupaten Aceh Tengah.

b) Hasil Uji Koefisien Determinasi Ganda

Besarnya pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Koefisien Determinasi Ganda (R²)

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.88	.782	.766	c) 1.453
	4 ^a			
a. Predictors: (Constant), (X2) Karakter, (X1) Pengalaman				
b. Dependent Variable: (Y) Kualitas Pekerjaan				

Pada Tabel di atas diperoleh nilai R² = 0,782 = 78,2% ini berarti pengalaman dan karakter konsultan manajemen konstruksi secara bersama-sama berpengaruh terhadap kualitas pekerjaan yang dibangun pada pekerjaan proyek di Kabupaten Aceh Tengah sebesar 78,2% dan sisanya sebesar 21,8% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak masuk dalam penelitian ini.

c) Hasil Uji Koefisien Determinasi Parsial

Uji determinasi parsial ini digunakan untuk mengetahui seberapa besar sumbangan dari masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikat. Secara parsial pengalaman dan karakter konsultan manajemen konstruksi terhadap kualitas pekerjaan pada pekerjaan proyek di Kabupaten Aceh Tengah dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Koefisien Determinasi Parsial

Variabel Bebas	Beta	Nilai Korelasi (r _{xy})	Sumbangan Efektif
Pengalaman (X1)	0,368	0.785	28,9%
Karakter (X2)	0,407	0.784	31,9%
Total			60,8%

Berdasarkan Tabel 7, diketahui besarnya sumbangan efektif variabel Karakter konsultan manajemen konstruksi terhadap kualitas pekerjaan yang dibangun pada pekerjaan proyek di Kabupaten Aceh Tengah sebesar 28,9%, hal ini menunjukkan bahwa variabel karakter lebih berpengaruh terhadap kualitas pekerjaan pada pekerjaan proyek di Kabupaten Aceh Tengah dengan variabel pengalaman.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa karakter dari seorang konsultan dalam mengambil keputusan terhadap pelaksanaan proyek konstruksi sangat besar pengaruhnya jika dibandingkan dengan pengalaman yang dimiliki oleh konsultan.

DAFTAR PUSTAKA

1. S. Wulandari, "Clustering Kecamatan Di Kota Bandung Berdasarkan Indikator Jumlah Penduduk Dengan Menggunakan Algoritma K-Means," in *Semnas Ristek (Seminar Nasional Riset dan Inovasi Teknologi)*, 2020, vol. 4, no. 1.
2. C. Christalisana, "Pengaruh Pengalaman Dan Karakter Sumber Daya Manusia Konsultan Manajemen Konstruksi Terhadap Kualitas Pekerjaan Pada Proyek Di Kabupaten Pandeglang," *Fondasi J. Tek. Sipil*, vol. 7, no. 1, 2018.

3. M. N. Indriani, I. N. S. Widnyana, and I. P. Laintarawan, "Analisis Peran Konsultan Perencana dan Konsultan Pengawas Terhadap Keberhasilan Proyek," *Widya Tek.*, vol. 13, no. 02, pp. 47–66, 2019.
4. R. Hidayah, A. Ridwan, and Y. Cahyo, "Analisa Perbandingan Manajemen Waktu Antara Perencanaan Dan Pelaksanaan," *J. Manaj. Teknol. \& Tek. Sipil*, vol. 1, no. 2, pp. 281–290, 2018.
5. A. Gunawan and A. Setyawan, "Analisis Produktivitas Hasil Pekerjaan Konstruksi Antara Kerja Normal dan Kerja Lembur," *Surakarta Civ. Eng. Rev.*, vol. 2, no. 1, pp. 49–61, 2022.
6. H. Riniwati, *Manajemen sumberdaya manusia: Aktivitas utama dan pengembangan SDM*. Universitas Brawijaya Press, 2016.
7. E. Sutrisno, A. Fatoni, and H. Nawawi, "Manajemen Sumber Daya Manusia (MSDM)," *Kencana Prenada Media Group. Jakarta*, 2010.
8. T. K. Harahap *dkk.*, "Manajemen Sumber Daya Manusia," *Penerbit Tahta Media*, 2023.
9. K. Kasmir, "Manajemen Sumber Daya Manusia (Teori dan Praktik)," *Jakarta Rajawali Pers*, vol. 72, 2016.
10. B. Daryanto, "Manajemen Penilaian Kinerja Karyawan," *Yogyakarta Gava Med.*, 2017.
11. H. Sedarmayanti, *Manajemen Sumber Daya Manusia; Reformasi Birokrasi dan Manajemen Pegawai Negeri Sipil*. Reflika Aditama, 2018.
12. M. Zarima, "Gambaran 5m (Man, Money, Method, Material Dan Machine) Dalam Pelaksanaan Discharge Planning Di Ruang Rawat Inap Bedah Rsud Wates Kulon Progo," Universitas Alma Ata Yogyakarta, 2019.
13. R. R. Situmeang, "Pengaruh pengawasan dan pengalaman kerja terhadap kinerja karyawan pada PT. Mitra Karya Anugrah," *Asian J. Innov. Entrep.*, vol. 2, no. 02, pp. 148–160, 2017.
14. N. L. P. R. Adnyani and A. A. S. K. Dewi, "Pengaruh Pengalaman Kerja, Prestasi Kerja Dan Pelatihan Terhadap Pengembangan Karier Karyawan," Udayana University, 2019.
15. M. A. Ramdhani, "Lingkungan pendidikan dalam implementasi pendidikan karakter," *J. Pendidik. Univ. garut*, vol. 8, no. 1, pp. 28–37, 2014.
16. B. Sanawiri and M. Iqbal, *Kewirausahaan*. Universitas Brawijaya Press, 2018.
17. D. Triana and W. O. Oktavianto, "Relevansi kualifikasi kontraktor bidang teknik sipil terhadap kualitas pekerjaan proyek konstruksi di provinsi Banten," *Fondasi J. Tek. Sipil*, vol. 2, no. 2, 2013.
18. M. N. Huda, L. Mulyadi, and E. H. D. Putranto, "Evaluasi Pengaruh Kinerja Mandor Terhadap Kualitas Pekerjaan Pembangunan Gedung Di Kabupaten Malang," *INFOMANPRO*, vol. 7, no. 2, pp. 1–12, 2018.
19. H. Tarore and R. J. M. Mandagi, "Sistem Manajemen Proyek dan Konstruksi (SIMPROKON)," *Tim Penerbit JTS Fak. Tek. UNSRAT, Manad.*, 2006.
20. J. D. P. Tuelah, J. Tjakra, and D. R. O. Walangitan, "Peranan Konsultan Manajemen Konstruksi Pada Tahap Pelaksanaan Proyek Pembangunan (Studi Kasus: The Lagoon Taman Sari)," *TEKNO*, vol. 12, no. 61, 2014.
21. A. Z. Fitri, N. Haryanti, and others, "Metodologi Penelitian Pendidikan: Kuantitatif, Kualitatif, Mixed Method, dan Research and Development." Madani Media, 2020.
22. S. Prof, "Dr. metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kulaitatif dan R & D." Bandung: Cv. Alfa Beta, 2012.
23. R. G. Sudarmanto, "Analisis Regresi Berganda," *Yogyakarta Graha Ilmu*, 2005.
24. I. Hermawan and others, *Metodologi Penelitian Pendidikan (Kualitatif, Kuantitatif dan Mixed Method)*. Hidayatul Quran, 2019.
25. B. Darma, *Statistika Penelitian Menggunakan SPSS (Uji Validitas, Uji Reliabilitas, Regresi Linier Sederhana, Regresi Linier Berganda, Uji t, Uji F, R2)*. Guepedia, 2021.
26. D. Arya, L. Rochmawati, and I. Sonhaji, "Koefisien Korelasi (R) Dan Koefisien Determinasi (R2)," *J. Penelit.*, vol. 5, no. 4, pp. 289–296, 2020.