



Tameh: Journal of Civil Engineering
University of Muhammadiyah Aceh

Analisis Risiko Rantai Pasok Material dalam Pelaksanaan Proyek Konstruksi Gedung Di Aceh

¹Kemala Hayati, ²Keumala Citra, ³Widya Soviana, ⁴Rizki Farhan

^{1 2 3 4}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Aceh

Email : ¹kemala.hayati@unmuha.ac.id, ²keumala.citra@unmuha.ac.id

³widya.soviana@unmuha.ac.id

Abstract

The material supply chain is a material distribution flow that varies from various sources or suppliers, until the material arrives at the project site. This study aimed to analyze material supply chain risk factors that arise in the implementation of building construction projects in Aceh Province, as well as identify solutions to prevent material supply chain risk factors that arise in the implementation of building construction projects in Aceh Province. The methods developed in this research are validity test, reliability test, quantitative descriptive, and multiple regression analysis through SPSS software version 25. From the validity test results obtained, the value of $R_{count} \geq R_{table}$. This shows that the validity test performed on all questions is valid. Furthermore, the results of the reliability test obtained the average value of each variable of 0.708, then the reliability test was said to be reliable. Because the value of a variable is said to be reliable (reliable) if Cronbach Alpha value exceeds 0.6. Then from the results of the descriptive analysis, there are indicators that are often questioned as risk factors, namely the delay of the main contractor in paying subcontractors (X2.8) with a mean value of 3.39. This shows that the majority of respondents stated that X2.8 has a high influence on the occurrence of material supply chains in the implementation of construction projects. From the results of the correlation analysis, the R value of 0.382 (low/weak), then the two variables have a unidirectional relationship. This means that if the value of the X variable is high, then the value of the Y variable will also be high or if it means that all X variables are related to material supply chain risk, and the regression model obtained is: $\hat{Y} = 7.408 + 0.096X_1 - 0.006X_2 + 0.132X_3 + 0.112X_4$. From the results of the coefficient of determination, the value of $R^2 = 14.6\%$, which means that the risk of the material supply chain is influenced by supply factors, control factors, demand factors, process factors, amounting to 14.6%, the remaining 85.4% is influenced by other factors variables which are not included in this study.

Keywords: Supply Chain, Material, Construction Project, Risk

Abstrak

Rantai pasok material merupakan aliran distribusi material yang bervariasi dari berbagai sumber atau *supplier* (pemasok), hingga material tersebut tiba ke lokasi proyek. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor risiko rantai pasok material yang timbul dalam pelaksanaan proyek konstruksi gedung di Provinsi Aceh, serta mengidentifikasi solusi pencegahan faktor-faktor risiko rantai pasok material yang timbul dalam pelaksanaan proyek konstruksi gedung di Provinsi Aceh. Metode yang disusun dalam penelitian ini adalah uji validitas, uji reliabilitas, deskriptif kuantitatif, dan analisis regresi berganda melalui SPSS versi 25. Dari hasil pengujian validitas yang diperoleh, nilai $R_{hitung} \geq R_{tabel}$. Hal ini menunjukkan bahwa uji validitas yang dilakukan pada semua variabel sudah valid. Selanjutnya hasil uji reliabilitas diperoleh nilai rata-rata dari setiap variabel sebesar 0,708, maka pada uji reliabilitas dikatakan sudah reliabel. Karena nilai suatu variabel dikatakan reliabel (handal) apabila nilai *Cronbach Alpha* melebihi 0,6. Kemudian dari hasil analisis deskriptif terdapat indikator yang sering permasalahan sebagai faktor risiko yaitu keterlambatan kontraktor utama dalam membayar subkontraktor (X2.8) dengan nilai mean sebesar 3,39. Hal tersebut menunjukkan bahwa mayoritas responden menyatakan bahwa X2.8 memiliki pengaruh yang tinggi terhadap terjadinya rantai pasok material dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Dari hasil analisis korelasi diperoleh nilai R sebesar 0,382 (rendah/lemah), maka kedua variabel mempunyai hubungan searah. Artinya jika nilai variabel X tinggi, maka nilai variabel Y akan tinggi pula atau jika diartikan semua variabel X berhubungan terhadap risiko rantai pasok material, serta model regresi yang diperoleh yaitu: $\hat{Y} = 7,408 + 0,096.X_1 - 0,006.X_2 + 0,132.X_3 + 0,112.X_4$. Dari hasil koefisien determinasi didapat nilai $R^2 = 14,6\%$, yang berarti bahwa risiko rantai pasok material dipengaruhi oleh variabel faktor *supply*, Faktor *control*, Faktor *demand*, Faktor *process*, sebesar 14,6%, selebihnya 85,4% dipengaruhi oleh variabel faktor lainnya di luar penelitian.

Kata kunci: Rantai Pasok, Material, Proyek Konstruksi, Risiko

1. Pendahuluan

Proyek konstruksi memiliki scope atau lingkup pekerjaan yang sangat kompleks, sehingga banyak mengandung berbagai risiko. Salah satu risiko yang sering terjadi pada proyek konstruksi gedung adalah risiko rantai pasok material. Rantai pasok material adalah aliran pemasukan material yang beraneka ragam dari berbagai sumber atau *supplier* (pemasok), hingga material tersebut tiba ke lokasi proyek.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah ingin mengevaluasi sistem rantai pasok material apakah sudah dengan UUK Nomor 2 Tahun 2017 Tentang Jasa Konstruksi. Pelaksanaan proyek konstruksi gedung di Provinsi Aceh sering dihadapkan dengan risiko rantai pasok material. Beberapa risiko diantaranya adalah pengiriman ulang material karena mutu material tidak sesuai spesifikasi seperti pemesanan, keterlambatan material karena kepadatan lalu lintas, dan perubahan pemesanan pengadaan material karena ketidaktepatannya kontraktor dalam menyusun jadwal pelaksanaan proyek di lapangan. Semua risiko tersebut dapat berdampak pada terlambatnya material sampai ke lokasi proyek, sehingga dapat mempengaruhi kinerja proyek. Permasalahan yang di tinjau dalam penelitian ini adalah faktor-faktor risiko rantai pasok material apa saja yang timbul dalam pelaksanaan proyek konstruksi gedung di Provinsi Aceh, dan bagaimanakah solusi pencegahan faktor-faktor risiko rantai pasok material yang timbul dalam pelaksanaan proyek konstruksi gedung di Provinsi Aceh.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada perusahaan kontraktor, mengenai faktor-faktor risiko rantai pasok material yang timbul dalam pelaksanaan proyek konstruksi gedung di Provinsi Aceh Dan memberikan informasi kepada perusahaan kontraktor, mengenai solusi pencegahan faktor-faktor risiko rantai pasok material yang timbul dalam pelaksanaan proyek konstruksi gedung di Provinsi Aceh dan memberikan informasi kepada Pemerintah Provinsi Aceh, mengenai sejauh mana aktualisasi UUK Nomor 2 Tahun 2017

Tentang Jasa Konstruksi terhadap faktor-faktor risiko rantai pasok material yang timbul.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang dapat dibedakan atas dua jenis yaitu kegiatan rutin dan kegiatan proyek. Kegiatan rutin adalah rangkaian kegiatan terus menerus yang berulang dan berlangsung lama. Sedangkan kegiatan proyek adalah suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berlangsung dalam jangka waktu yang pendek. Oleh karena itu suatu kegiatan proyek mempunyai awal dan akhir kegiatan yang jelas serta hasil kegiatan yang bersifat unik [1].

2.2 Rantai Pasok

Jaminan ketersediaan bahan dan material bangunan di pasar sangat berpengaruh terhadap kecepatan dan ketepatan waktu penyelesaian pekerjaan. Tidak jarang para pengusaha jasa pelaksana konstruksi mengalami keterlambatan penyelesaian pekerjaan akibat keterlambatan pasokan atau hilangnya bahan dan material bangunan di pasar. Keterlambatan pasokan bahan bangunan atau hilangnya bahan bangunan di pasaran tidak dapat dijadikan alasan atas keterlambatan penyelesaian pekerjaan [2].

Rantai pasok merupakan jaringan perusahaan-perusahaan yang secara bersama bekerja untuk menciptakan dan menghantarkan suatu produk ke tangan pemakai akhir. Seperti diketahui bahwa terjadi perbedaan harga material konstruksi yang cukup signifikan antara satu pulau dengan pulau lain. Hal ini dikarenakan biaya pengangkutan yang tinggi. Oleh karena itu konsep rantai pasok dengan mengoptimalkan pelabuhan harus diaplikasikan untuk mereduksi harga yang terlalu tinggi tersebut [3].

2.3 Risiko Rantai Pasok Material

Risiko rantai pasok adalah probabilitas dan kemungkinan dari kejadian yang tidak diharapkan, baik pada tingkat mikro atau makro yang mempengaruhi secara negatif pada rantai

pasok yang berakibat pada gangguan atau kegagalan tingkat operasional, taktis atau strategis. Risiko makro mengacu pada risiko-risiko yang sangat buruk dan jarang terjadi yang berdampak negatif, terdiri dari risiko natural (misal gempa bumi, cuaca ekstrim), dan risiko akibat manusia (perang, terorisme dan ketidakstabilan politik). Risiko mikro mengacu pada risiko yang berasal dari kegiatan internal perusahaan atau hubungan dengan mitra di sepanjang rantai pasok. Risiko dapat terjadi dalam berbagai bentuk di sepanjang rantai pasok, namun sumbernya dapat digolongkan ke dalam empat golongan, yaitu *supply*, *control*, *process*, dan *demand* [4].

Supply chain yang mudah mengalami gangguan (vulnerability) akan semakin meningkatkan kekacauan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa diperlukannya manajemen risiko untuk memetakan beberapa permasalahan yang berpotensi terjadi pada *supply chain*. *Supply Chain Risk Management* (SCRM) adalah kolaborasi dengan partner di dalam *supply chain* untuk mengaplikasikan proses *risk management* dan ketidakpastian yang disebabkan aktivitas logistik atau sumber daya dalam *supply chain* [5].

2.4 Metode Statistika

Statistika adalah pengetahuan yang berhubungan dengan cara-cara pengumpulan data, pengolahan data atau analisisnya, dan penarikan kesimpulan berdasarkan kumpulan data. Adapun metode statistika yang digunakan dapat diuraikan berikut ini.

2.4.1 Uji Validitas

Uji validitas merupakan suatu ukuran yang menunjukkan kevalidan atau kesahihan suatu instrumen penelitian [6]. Kriteria pengujian adalah jika $R_{hitung} \geq R_{tabel}$ maka item-item pertanyaan dianggap valid dan jika $R_{hitung} < R_{tabel}$ maka item-item pertanyaan dianggap tidak valid. Uji validitas ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{n\sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n\sum y^2 - (\sum y)^2\}}} \quad (1)$$

Dimana:

r_{xy} = Koefisien korelasi antara variabel X dan Y

$\sum x$ = Jumlah skor yang diperoleh dari

$\sum y$ = Jumlah skor total seluruh item dari keseluruhan responden yang diuji

N = Jumlah responden

2.4.2 Uji reliabilitas

Uji reliabilitas merupakan suatu ketetapan alat tersebut dalam mengukur apa yang diukurnya. Artinya, kapan pun alat ukur tersebut digunakan akan memberikan hasil ukur yang sama [7]. Kriteria pengujian adalah jika *Cronbach Alpha* $\geq 0,6$ maka variabel dianggap *reliable* dan jika *Cronbach Alpha* $< 0,6$ maka variabel dianggap tidak *reliable*. Uji reliabilitas ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$r_i = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum \sigma b^2}{\sigma t^2} \right] \quad (2)$$

Dimana:

r_i = Reliabilitas instrument

k = Banyaknya butir pertanyaan

$\sum \sigma b^2$ = Jumlah varian butir

σt^2 = Varian total

Untuk menghitung varians butir dan varians total dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\sigma b^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}}{N} \quad (3)$$

$$\sigma t^2 = \frac{\text{Jumlah kuadrat skor total} - \frac{\text{Jumlah skor total}^2}{N}}{N} \quad (4)$$

Dimana:

$\sum x^2$ = Jumlah kuadrat varians tiap butir

N = Banyak responden

2.4.3 Statistik Deskriptif

Statistik deskriptif adalah statistik yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data sampel atau populasi sebagaimana adanya, tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum. Statistik deskriptif berusaha untuk memaparkan semua informasi yang memungkinkan mengenai data hasil penelitian [7].

2.4.4 Analisis Korelasi

Analisis korelasi *Spearman rank* digunakan untuk mengukur tingkat atau eratnya hubungan antara dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat yang berskala ordinal. Bila nilai signifikansi < 0,05, maka terdapat korelasi yang signifikan antara variabel yang dihubungkan; dan bila nilai signifikansi > 0,05, maka tidak terdapat korelasi yang signifikan antara variabel yang dihubungkan [7].

2.4.5 Analisis Linier Berganda

Analisis regresi linier berganda adalah hubungan secara linear antara dua atau lebih variabel independen ($X_1, X_2, \dots, X_n$) dengan variabel dependen (Y) [6].

Persamaan regresi linear berganda sebagai berikut:

$$Y' = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (5)$$

Di mana:

Y' = Variabel dependen (nilai yang diprediksikan)

X_1 dan X_2 = Variabel independen

a = Konstanta (nilai Y' apabila $X_1, X_2, \dots, X_n = 0$)

b = Koefisien regresi (nilai peningkatan ataupun penurunan)

2.4.6 Uji Signifikansi Pengaruh Parsial (Uji t)

Pedoman yang digunakan apabila probabilitas signifikansi > 0.05, maka tidak ada pengaruh signifikan atau H_0 diterima dan H_a ditolak dan apabila probabilitas signifikansi < 0.05, maka ada pengaruh signifikan atau H_0 ditolak dan H_a diterima. Dan juga dilakukan dengan menggunakan perbandingan nilai t_{hitung} dengan t_{tabel} , apabila $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka ada pengaruh signifikan atau H_0 diterima dan H_a ditolak. Kriteria pengujian nilai t -hitung terhadap t -tabel adalah Jika nilai t -hitung > t -tabel dan $sig < 0,05$ t -tabel, maka terdapat pengaruh variabel X terhadap variabel Y , begitupula sebaliknya [7].

2.4.7 Uji Signifikansi Simultan (Uji F)

Pengambilan keputusan dilihat dari pengujian ini dilakukan dengan melihat nilai F yang

terdapat di dalam tabel ANOVA, tingkat signifikansi yang digunakan yaitu sebesar 0.5 atau 5%.

2.4.8 Pengujian Koefisien Determinasi (R^2)

Apabila nilai koefisien determinasi (*R-squared*) pada suatu estimasi mendekati angka satu (1), maka dapat dikatakan bahwa variabel dependen dijelaskan dengan baik oleh variabel independennya. Dan sebaliknya, apabila koefisien determinasi (*R-Squared*) menjauhi angka satu (1) atau mendekati angka nol (0), maka semakin kurang baik variabel independen menjelaskan variabel dependennya [7].

3. Metodologi Penelitian

Penelitian dibatasi dengan responden dan narasumber ditujukan pada *project manager*, *site manager*, *quality engineer*, *quantity engineer* dari perusahaan kontraktor bidang gedung di Provinsi Aceh. Teknik *sampling* yang digunakan adalah *purposive sampling* yaitu pengambilan sampel dengan pertimbangan yang didasarkan pada perusahaan kontraktor yang telah melaksanakan proyek konstruksi bangunan gedung di Provinsi Aceh. Faktor-faktor risiko rantai pasok material yang dievaluasi adalah faktor *supply*, *control*, *demand*, *process* dan risiko rantai pasok material.

3.1 Lokasi Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah proyek konstruksi gedung yang berada di Kota Banda Aceh dan Aceh Besar.

3.2 Jenis Sumber Data

Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data primer
Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuesioner.
2. Data sekunder
Data sekunder terdiri dari peta Provinsi Aceh, peta Kota Banda Aceh dan daftar kontraktor yang diperoleh dari Badan GAPENSI.

3.3 Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan proses pengelolaan data secara terukur sebelum dilakukan analisis data. Pengolahan data ini mencakup kepada membuat rekapitulasi data kuesioner. Pengolahan data ini merupakan bagian uji instrumen penelitian dengan menggunakan metode statistik melalui uji validitas dan uji reliabilitas.

3.4 Analisa Data

Analisa data ini menggunakan metode statistik yaitu analisis deskriptif dan analisis korelasi frekuensi index yang akan dibantu dengan menggunakan software SPSS.

Analisa data dilakukan dengan menggunakan beberapa analisis yaitu:

1. Analisis Deskriptif
Analisis deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan frekuensi dan persentase karakteristik responden.
2. Analisis Korelasi
Analisis korelasi ini dilakukan untuk mengetahui keeratan hubungan antara variabel-variabel berdasarkan koefisien korelasinya dengan interpretasi dapat dinyatakan dalam bentuk seperti: tidak ada hubungan sama sekali, sangat rendah, cukup, tinggi, dan sempurna sesuai dengan nilai koefisien yang diperoleh.
3. Analisis Regresi Linier Berganda
Analisis ini untuk mengetahui arah hubungan antara variabel independent (Y) dengan variabel dependen (X1, X2, X3, ...Xn), apakah masing-masing variabel independen berhubungan positif atau negatif dan untuk memprediksi nilai dari variabel dependen apabila nilai variabel independen mengalami kenaikan atau penurunan.
4. Uji T
Uji T digunakan untuk menunjukkan seberapa jauh pengaruh satu variabel independen secara individual dalam menerangkan variasi dependen. Pedoman yang digunakan apabila probabilitas signifikansi > 0.05 , maka tidak ada pengaruh signifikan atau H_0 diterima dan H_a ditolak dan apabila probabilitas signifikansi < 0.05 , maka ada pengaruh signifikan atau H_0 ditolak dan H_a diterima.

5. Uji F

Uji F ini dapat dijelaskan dengan menggunakan analisis ANOVA. Jika nilai signifikan F besar $< 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Artinya semua variabel independent/bebas memiliki pengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen/terikat. Jika nilai signifikan F kecil $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak artinya, semua variabel independent/bebas tidak memiliki pengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen/terikat.

6. Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi (R-squared) digunakan untuk menjelaskan besaran proporsi variasi dari variabel dependen yang dijelaskan oleh variabel independen. Selain itu, uji koefisien determinasi juga bisa digunakan untuk mengukur seberapa baik garis regresi yang kita miliki. Apabila nilai koefisien determinasi (R-squared) pada suatu estimasi mendekati angka satu (1), maka dapat dikatakan bahwa variabel dependen dijelaskan dengan baik oleh variabel independennya.

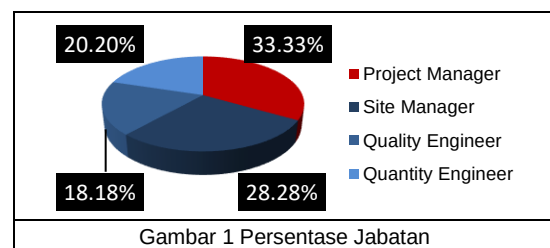
4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Karakteristik Responden

Berikut profil ke-99 responden tersebut yang diambil dari orang-orang yang berpengalaman pada perusahaan kontraktor bidang Gedung di Provinsi Aceh.

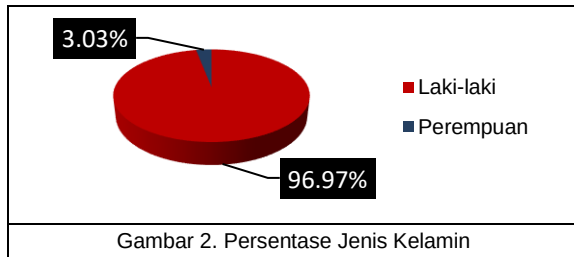
1. Pekerjaan/Jabatan

Profil responden berdasarkan latar belakang jabatan dikategorikan menjadi 4 bagian. *Project Manager* sebanyak 33 orang, *Site Manager* sebanyak 28 orang, *Quality Engineer* sebanyak 18 orang dan *Quantity Engineer* sebanyak 20 orang. Persentase latar belakang jabatan responden adalah sebagai berikut:



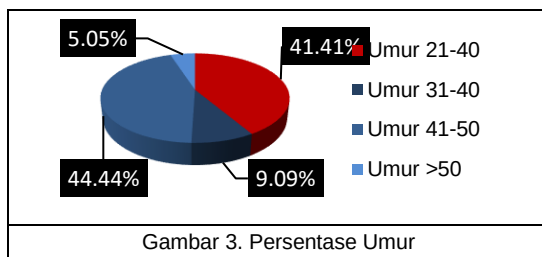
2. Jenis Kelamin

Karakteristik responden penelitian ini adalah, 96 Pria dan 3 berjenis kelamin Wanita.



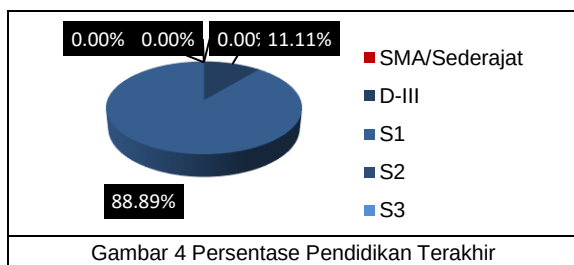
3. Umur

Karakteristik responden penelitian ini adalah. 41 orang dengan umur 21-30 tahun, 9 orang dengan umur 31-40 tahun, 44 orang dengan umur 41-50 tahun, 5 orang dengan umur >50 tahun.



5. Pendidikan Terakhir

Karakteristik responden penelitian ini adalah, 0 orang dengan Pendidikan SMA/Sederajat, 11 orang dengan pendidikan terakhir Diploma, 88 orang dengan pendidikan S1, 0 orang dengan pendidikan S2 dan 0 orang dengan pendidikan S3 (0%).



4.2 Uji Validitas

Hasil uji validitas dapat dilihat pada tabel bawah ini.

Tabel. 1 Hasil Uji Validitas

No	R _{hitung}	R _{tabel}	Keterangan
1	2	3	4
X1.1	0,240	0,1975	Valid

<https://doi.org/10.37598/tameh..v11i1.190>

No	R _{hitung}	R _{tabel}	Keterangan
X1.2	0,437	0,1975	Valid
X1.3	0,469	0,1975	Valid
X1.4	0,303	0,1975	Valid
X1.5	0,655	0,1975	Valid
X1.6	0,303	0,1975	Valid
X1.7	0,220	0,1975	Valid
X1.8	0,655	0,1975	Valid
X1.9	0,317	0,1975	Valid
X1.10	0,304	0,1975	Valid
X2.1	0,280	0,1975	Valid
X2.2	0,655	0,1975	Valid
X2.3	0,312	0,1975	Valid
X2.4	0,655	0,1975	Valid
X2.5	0,469	0,1975	Valid
X2.6	0,304	0,1975	Valid
X2.7	0,223	0,1975	Valid
X2.8	0,209	0,1975	Valid
X2.9	0,227	0,1975	Valid
X2.10	0,437	0,1975	Valid
X3.1	0,296	0,1975	Valid
X3.2	0,655	0,1975	Valid
X3.3	0,311	0,1975	Valid
X3.4	0,312	0,1975	Valid
X3.5	0,231	0,1975	Valid
X3.6	0,280	0,1975	Valid
X4.1	0,171	0,1975	Tidak Valid (di eliminasi)
X4.2	0,217	0,1975	Valid
X4.3	0,264	0,1975	Valid
X4.4	0,200	0,1975	Valid
X4.5	0,312	0,1975	Valid
X4.6	0,204	0,1975	Valid
X4.7	0,208	0,1975	Valid
X4.8	0,203	0,1975	Valid
Y.1	0,266	0,1975	Valid
Y.2	0,220	0,1975	Valid
Y.3	0,344	0,1975	Valid
Y.4	0,243	0,1975	Valid
Y.5	0,201	0,1975	Valid

Hasil uji validitas diperoleh nilai rata-rata R_{hitung} dari semua variabel adalah 0,3285 dan nilai R_{tabel} untuk signifikan 5% diperoleh sebesar 0,1975. Maka R_{hitung} ≥ R_{tabel}. Hal ini menunjukkan bahwa uji validitas yang dilakukan pada semua pertanyaan sudah valid.

4.3 Uji Reliabilitas

Hasil uji reliabilitas dapat dilihat pada tabel bawah ini.

Tabel. 2 Hasil Uji Reliabilitas

No	Cronbach Alpha SPSS	Koefisien Korelasi	Keterangan
1	2	3	4
X1.1	0,704	0,6	Reliabel
X1.2	0,699	0,6	Reliabel
X1.3	0,698	0,6	Reliabel
X1.4	0,703	0,6	Reliabel
X1.5	0,694	0,6	Reliabel

No	Cronbach Alpha SPSS	Koefisien Korelasi	Keterangan
X1.6	0,703	0,6	Reliabel
X1.7	0,705	0,6	Reliabel
X1.8	0,694	0,6	Reliabel
X1.9	0,701	0,6	Reliabel
X1.10	0,703	0,6	Reliabel
X2.1	0,703	0,6	Reliabel
X2.2	0,694	0,6	Reliabel
X2.3	0,702	0,6	Reliabel
X2.4	0,694	0,6	Reliabel
X2.5	0,698	0,6	Reliabel
X2.6	0,703	0,6	Reliabel
X2.7	0,705	0,6	Reliabel
X2.8	0,705	0,6	Reliabel
X2.9	0,705	0,6	Reliabel
X2.10	0,699	0,6	Reliabel
X3.1	0,703	0,6	Reliabel
X3.2	0,694	0,6	Reliabel
X3.3	0,702	0,6	Reliabel
X3.4	0,702	0,6	Reliabel
X3.5	0,704	0,6	Reliabel
X3.6	0,703	0,6	Reliabel
X4.1	0,706	0,6	Reliabel
X4.2	0,705	0,6	Reliabel
X4.3	0,704	0,6	Reliabel
X4.4	0,705	0,6	Reliabel
X4.5	0,702	0,6	Reliabel
X4.6	0,705	0,6	Reliabel
X4.7	0,705	0,6	Reliabel
X4.8	0,705	0,6	Reliabel
Y.1	0,704	0,6	Reliabel
Y.2	0,705	0,6	Reliabel
Y.3	0,702	0,6	Reliabel
Y.4	0,704	0,6	Reliabel
Y.5	0,705	0,6	Reliabel

Berdasarkan tabel interpretasi skor nilai koefisien Alpha dan ukuran kemantapan pada tinjauan kepustakaan, nilai kedua Cronbach Alpha > 0,6 yang menunjukkan tingkat ukuran kemantapan reliabilitas, dengan demikian uji reliabilitas yang dilakukan pada semua variabel adalah reliabilitas tinggi.

4.4 Analisis Deskriptif

Hasil analisis deskriptif dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel. 3 Hasil Analisis Deskriptif

Item Pertanyaan	N	Mean	Median	Modus
1	2	3	4	5
X1.1	99	2,85	3,00	3
X1.2	99	3,01	3,00	3
X1.3	99	2,98	3,00	3
X1.4	99	2,92	3,00	3
X1.5	99	3,05	3,00	3
X1.6	99	2,92	3,00	3
X1.7	99	3,06	3,00	3
X1.8	99	3,05	3,00	3
X1.9	99	3,07	3,00	3
X1.10	99	3,15	3,00	3
X2.1	99	2,94	3,00	3
X2.2	99	3,05	3,00	3
X2.3	99	2,96	3,00	3

Item Pertanyaan	N	Mean	Median	Modus
X2.4	99	3,05	3,00	3
X2.5	99	2,98	3,00	3
X2.6	99	3,15	3,00	3
X2.7	99	2,85	3,00	3
X2.8	99	3,39	3,00	3
X2.9	99	3,16	3,00	3
X2.10	99	3,01	3,00	3
X3.1	99	3,02	3,00	3
X3.2	99	3,05	3,00	3
X3.3	99	2,99	3,00	3
X3.4	99	2,96	3,00	3
X3.5	99	3,03	3,00	3
X3.6	99	2,94	3,00	3
X4.1	99	3,21	3,00	3
X4.2	99	3,02	3,00	3
X4.3	99	2,98	3,00	3
X4.4	99	2,94	3,00	3
X4.5	99	2,87	3,00	3
X4.6	99	3,16	3,00	3
X4.7	99	3,08	3,00	3
X4.8	99	2,94	3,00	3
Y.1	99	3,25	3,00	3
Y.2	99	3,07	3,00	3
Y.3	99	3,05	3,00	3
Y.4	99	3,13	3,00	3
Y.5	99	3,05	3,00	3

Berdasarkan nilai mean yang didapat secara keseluruhan, pada tabel analisis deskriptif yang paling rendah terletak pada item pertanyaan X1.1 dan X2.7 yakni dengan nilai mean 2,85, dan tertinggi berada pada item pertanyaan X2.8 dengan nilai mean sebesar 3,39. Hal tersebut menunjukkan bahwa mayoritas responden menyatakan bahwa X2.8 memiliki pengaruh yang tinggi terhadap terjadinya rantai pasok material. Untuk median sendiri mendapati nilai sebesar 3,00. Dan yang terakhir adalah modus, nilai modus yang didapat pada ketiga tabel ini yaitu 3.

4.5 Analisis Korelasi

1. Uji korelasi antara faktor *supply* dengan risiko rantai pasok material

Tabel 4. Hasil uji korelasi antara X1 dengan Y

Correlations			
	Faktor Supply (X1)	Risiko Rantai Pasok Material (Y)	
Faktor Supply (X1)	Pearson Correlation	1	0,313
	Sig. (2-tailed)		0,002
	N	99	99
Risiko Rantai Pasok Material (Y)	Pearson Correlation	0,313	1
	Sig. (2-tailed)	0,002	
	N	99	99

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

2. Uji korelasi antara faktor *control* dengan risiko rantai pasok material

Tabel 5. Hasil uji korelasi antara X2 dengan Y

Correlations			
		Faktor Control (X2)	Risiko Rantai Pasok Material (Y)
Faktor Control (X2)	Pearson	1	0,307
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)		0,002
	N	99	99
Risiko Rantai Pasok Material (Y)	Pearson	0,307	1
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)	0,000	
	N	99	99

***. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).*

3. Uji korelasi antara faktor *demand* dengan risiko rantai pasok material

Tabel 6. Hasil uji korelasi antara X3 dengan Y

Correlations			
		Faktor Demand (X3)	Risiko Rantai Pasok Material (Y)
Faktor Demand (X3)	Pearson	1	0,294
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)		0,003
	N	99	99
Risiko Rantai Pasok Material (Y)	Pearson	0,294	1
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)	0,003	
	N	99	99

***. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).*

4. Uji korelasi antara faktor *process* dengan risiko rantai pasok material

Tabel 7. Hasil uji korelasi antara X4 dengan Y

Correlations			
		Faktor Process (X4)	Risiko Rantai Pasok Material (Y)
Faktor Process (X4)	Pearson	1	0,256
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)		0,011
	N	99	99
Risiko Rantai Pasok Material (Y)	Pearson	0,256	1
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)	0,011	
	N	99	99

5. Uji korelasi semua variabel X dengan risiko rantai pasok material

Tabel 4.8 Hasil uji korelasi antara semua variabel dengan Y

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	0,382	0,146	0,110	1,80436	0,146	4,024	4	94	0,005

4.6 Analisis Regresi Linier Berganda

Hasil dapat dilihat seperti termuat pada tabel di bawah ini.

Tabel 8. Hasil Uji Regresi Linier Berganda

Coefficients ^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	7,408	2,161		3,429
	faktor supply	0,096	0,071	0,190	1,357
	faktor control	0,006	0,093	0,010	0,063
	faktor demand	0,132	0,098	0,164	1,342
	faktor process	0,112	0,084	0,139	1,326

a. Dependent Variable: risiko rantai pasok material

Dari data yang terlihat pada tabel 4.9 dapat diketahui bahwa nilai konstanta regresi linear berganda 7,408, dengan nilai koefisien regresi variabel faktor supply 0,096, faktor control 0,006, faktor demand 0,132, faktor process 0,112. Sehingga diperoleh persamaan $\hat{Y} = 7,408 + 0,096.X1 - 0,006.X2 + 0,132.X3 + 0,112.X4$.

4.7.1 Uji t

Hasil dari pengolahan data dengan program SPSS versi 25 diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 9. Hasil Uji t

ANOVA ^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	Sig.
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	7,408	2,161		0,001
	X1	0,096	0,071	0,190	0,178
	X2	0,006	0,093	0,010	0,950
	X3	0,132	0,098	0,164	0,183
	X4	0,112	0,084	0,139	0,188

a. Dependent Variable: Y1

Berdasarkan data tabel di atas diperoleh t-hitung terhadap variabel X1 sebesar $1,357 < 1,986$ dan pada tingkat sig sebesar $0,178 > 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa H1 tidak diterima yang berarti tidak terdapat berpengaruh X1 terhadap Y, kemudian untuk variabel X2 sebesar $0,063 < 1,986$ dan pada tingkat sig sebesar $0,950 > 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa H2 tidak diterima yang berarti tidak terdapat pengaruh X2 terhadap Y, selanjutnya untuk variabel X3 sebesar $1,342 < 1,986$ dan pada tingkat sig

sebesar $0,183 > 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa H3 tidak diterima yang berarti tidak terdapat pengaruh X3 terhadap Y. Kemudian yang terakhir untuk variabel X4 sebesar $1,326 < 1,986$ dan pada tingkat sig sebesar $0,188 > 0,005$ sehingga dapat disimpulkan bahwa H4 tidak diterima yang berarti tidak terdapat berpengaruh X4 terhadap Y

4.7.2 Uji F

Dengan bantuan tabel Anova hasil dari pengolahan data dengan program SPSS versi 25 diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 10. Hasil Uji F

ANOVA ^a					
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	52,408	4	13,102	4,024	0,005 ^b
1 Residual	306,037	94	3,256		
Total	358,444	98			

a. Dependent Variable: Risiko Rantai Pasok Material

Berdasarkan data tabel di atas diperoleh F-hitung sebesar 4,024 dan sig 0,005. F-tabel pada taraf $\alpha = 0,05$, df 1 = (jumlah variabel independen = 4) dan df2 ($n - k - 1 = 99 - 4 - 1 = 94$), maka nilai F-tabel = 2,47. Hal ini berarti F-hitung > F-tabel ($4,024 > 2,47$) dan sig < 0,05 ($0,005 < 0,05$), maka hipotesis dapat diterima. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa variabel faktor supply, faktor control, faktor demand, dan faktor process berpengaruh secara nyata terhadap risiko rantai pasok material.

4.7.3 Koefisien Determinasi

Hasil koefisien determinasi masing-masing variabel sebagai berikut.

Tabel 11. Hasil Uji Koefisien Determinasi

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,382 ^a	0,146	0,110	1,80436

a. Predictors: (Constant), Eksternal, Faktor supply, Faktor control, Faktor Demand, Faktor process

Dari tabel model summary di atas dapat diketahui bahwa nilai R adalah 0,382, sedangkan nilai R² sebesar 0,146. Oleh karena uji koefisien determinasi berganda ini diperoleh dari perhitungan regresi linear berganda, maka koefisien determinasi sebesar 0,146 atau $R^2 \times 100\%$ sebesar 14,60%. Kebermaknaan dari nilai tersebut memiliki implikasi bahwa variabel faktor supply, faktor control, faktor demand, dan faktor process berpengaruh secara nyata terhadap risiko rantai pasok material pada proyek konstruksi gedung di Provinsi Aceh sebesar 14,60%.

5. Kesimpulan

Dari hasil pengumpulan dan analisa data, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil uji validitas diperoleh menunjukkan bahwa semua pertanyaan sudah valid.
2. Hasil uji reliabilitas, semua variabel penelitian sudah reliabel dengan nilai *Cronbach Alpha* melebihi 0,6.
3. Dari hasil analisis deskriptif terdapat indikator yang sering permasalahan oleh responden yaitu "keterlambatan kontraktor utama dalam membayar subkontraktor". yang memiliki pengaruh yang tinggi terhadap terjadinya rantai pasok material dalam pelaksanaan proyek konstruksi.
4. Berdasarkan hasil uji analisis korelasi dapat diperoleh suatu hubungan yang positif yang sangat signifikan antara variabel bebas dengan variabel terikat, hal ini ditunjukkan dengan nilai korelasi faktor *supply*, *control*, *demand*, serta *factor process*.
5. Dari hasil analisis determinasi menunjukkan bahwa sebesar 14,60%, risiko rantai pasok di sebabkan oleh *factor-faktor supply*, *control*, *demand*, serta *factor process*. Selebihnya 85,4% dipengaruhi oleh variabel faktor lainnya.
6. Dari hasil analisis regresi linear berganda diperoleh Model Regresi $\hat{Y} = 7,408 + 0,096.X_1 - 0,006.X_2 + 0,132.X_3 + 0,112.X_4$ dimana faktor yang paling dominan adalah faktor *demand* (X3) dengan nilai koefisien regresi sebesar 0,132 atau 13,2%, maka dapat

disimpulkan bahwa faktor *demand* sangat berpengaruh terhadap risiko rantai pasok material pada suatu pelaksanaan dalam sebuah proyek. Faktor *Demand* sangat sangat mempengaruhi supply material ke proyek, sehingga kebutuhan di dalam proyek akan tercukupi.

7. Faktor-faktor risiko ini sangat berperan dalam risiko rantai pasok material, seperti pada saat dampak covid-19 yang sedang kita alami, khususnya di tahun 2020 hingga 2021, contohnya pada faktor *supply* dan faktor *demand*, merupakan faktor yang mengakibatkan tingkat operasional bisnis terjadi, sehingga menjadikan kondisi ekonomi tidak menentu, seperti banyaknya produsen yang menawarkan barang, kemudian bagi konsumen harga material tidak sesuai dengan pendapatan masyarakat dan lain-lain. Sehingga berdampak sangat besar terhadap rantai pasok material.

Daftar Pustaka

- [1] Sahid, M. N., 2017. *Teknik Pelaksanaan Konstruksi Bangunan*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- [2] Malik, S., 2010. *Pengantar Bisnis Jasa Pelaksana Konstruksi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [3] Saputra, S., Ngii, E., Chaerul, M., Suseno, D. M., Magribi, L. O. M., Sinambela, M., Suseno, D. A. N., Saad, M., Yesica, R., Devianto, L. A., 2020. *Pengelolaan Wilayah Pesisir yang Terpadu sebagai Ketahanan Nasional*. Medan: Kita Menulis.
- [4] Ho, W., 2015. *Supply Chain Risk Management: a Literature Review*. International Journal of Production Research.
- [5] Tama, I. P., Yuniarti, R., Eunike, A., Azlia, W., dan Hamdala, I., 2019. *Model Supply Chain Agroindustri di Indonesia*. Malang: UB Press.
- [6] Jaya, I., 2019. *Penerapan Statistik untuk Penelitian Pendidikan*. Jakarta: Prenadamedia Group.
- [7] Riyanto, S., dan Hatmawan, A. A., 2020. *Metode Riset Penelitian Kuantitatif Penelitian di Bidang Manajemen, Teknik, Pendidikan, dan Eksperimen*. Yogyakarta: Deepublish.



Tameh: Journal of Civil Engineering

University of Muhammadiyah Aceh

Identifikasi Faktor–Faktor Penyebab *Cost Overrun* dan *Time Overrun* pada Proyek Konstruksi Gedung Di Kota Banda Aceh

¹Widya Soviana, ²Eva Herlina, ³Sukma Soviati, ⁴Andi Musrian

¹⁴ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Aceh

² Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Al Muslim

³SMK-PP Negeri Saree

¹widya.soviana@unmuha.ac.id, ²eva171281@yahoo.co.id,

³sukmasoviati54@guru.smk.belajar.id, ⁴andimusrian@gmail.com

Abstract

Projects of building construction develops accordance with the implementation of the fulfillment of human life. During implementation, the project did not always as expected. These things happen due to cost and time deviations. The problem in this research is what are the factors that cause cost overrun and time overrun in the implementation of building construction projects in Banda Aceh city. The purpose of the study was to determine the causes of cost overrun and time overrun in the implementation of building construction projects toward minimize the impact of failure in the implementation of a construction project. The research data was obtained by distributing questionnaires to 40 respondents from qualified (small) and (medium) of contractors in Banda Aceh city. The sampling technique used is purposive sampling with the criteria of fulfilling the experience of having been involved in the implementation of building construction projects. Data processing was carried out with SPSS version 24 software with confirmatory factor analysis, descriptive analysis and fishbone analysis. The results of factor analysis obtained the average value of the MSA test of 0.694, the KMO test of 0.684. The value of a variable can be analyzed further if the value exceeds 0.5 and the Bartlett test obtained a value of 0.000 < 0.05, it explained each variable is correct. The total value of variance explained is 50.91%, it means the nine factors can form the factors causing cost overrun and time overrun, while the remaining 49.08% is explained by other factors. From the loading factor value, the dominant factor is material factor (X4) with a loading value of 0.91. The results of the descriptive analysis show causing of cost overrun and time overrun are an increase in material prices (X4.3) with mean value is 4.13 and poor quality control of materials (X4.4) with mean value is 4.03.

Keywords: Factor Analysis, Cost Overrun, Time Overrun, Building Construction Project

Abstrak

Pembangunan proyek konstruksi gedung berkembang sejalan dengan penyelenggaraan pemenuhan kehidupan manusia. Pada saat pelaksanaannya, proyek tidak selalu sesuai dengan yang diharapkan. Hal ini terjadi karena adanya penyimpangan biaya dan waktu. Permasalahan dalam penelitian ini adalah faktor-faktor apa sajakah yang menyebabkan terjadinya *cost overrun* dan *time overrun* pada pelaksanaan proyek konstruksi gedung di kota Banda Aceh. Tujuan penelitian adalah mengetahui penyebab terjadinya *cost overrun* dan *time overrun* pada pelaksanaan proyek konstruksi gedung sehingga dapat meminimalkan dampak kegagalan pelaksanaan suatu proyek konstruksi. Data penelitian diperoleh dengan menyebarkan kuesioner kepada 40 orang responden dari perusahaan kontraktor yang berkualifikasi (kecil) dan (menengah). Teknik *sampling* yang digunakan adalah *purposive sampling* dengan kriteria terpenuhinya pengalaman pernah terlibat dalam pelaksanaan proyek konstruksi gedung. Pengolahan data dilakukan dengan bantuan *software SPSS* versi 24 dengan analisis faktor konfirmatori, analisis deskriptif dan analisis *fishbone*. Hasil analisis faktor diperoleh nilai rata-rata uji MSA sebesar 0,694, uji KMO sebesar 0,684. Nilai suatu variabel dapat dilakukan analisis selanjutnya apabila nilai melebihi 0,5 dan uji *Bartlett test* diperoleh nilai 0,000 < 0,05, sehingga analisis pada setiap variabel sudah tepat. Nilai *total variance explained* adalah sebesar 50,91%, yang berarti kesembilan faktor dapat membentuk faktor penyebab terjadinya *cost overrun* dan *time overrun*, sedangkan sisanya sebesar 49,08% dijelaskan oleh faktor lain. Dari nilai *loading* faktor diperoleh faktor dominan yaitu faktor material (X4) dengan nilai *loading* 0,91. Hasil analisis deskriptif diperoleh bahwa indikator penyebab terjadinya *cost overrun* dan *time overrun* adalah adanya kenaikan harga material (X4.3) dengan nilai *mean* 4,13 dan kontrol kualitas yang buruk dari bahan/material (X4.4) dengan nilai *mean* 4,03.

Kata kunci: Analisis faktor, *cost overrun*, *time overrun*, proyek konstruksi gedung



1. Pendahuluan

Pembangunan proyek konstruksi gedung terus mengalami peningkatan, khususnya di kota Banda Aceh. Pelaksanaan pembangunan proyek konstruksi semakin berkembang sejalan dengan penyelenggaraan pemenuhan kebutuhan manusia [1-2]. Dalam pelaksanaan proyek konstruksi, faktor biaya dan waktu merupakan bahan pertimbangan yang utama karena menyangkut jumlah investasi yang besar. Pada pelaksanaan proyek konstruksi gedung banyak dijumpai masalah dan kendala yang sering terjadi, salah satu adalah terjadinya *cost overrun* dan *time overrun*. Sebagaimana disebutkan bahwa sebanyak 80 % proyek konstruksi di dunia mengalami *cost overrun* sebesar 30 %, sehingga pelaksanaan proyek konstruksi mengalami kerugian [3]. Oleh karenanya diperlukan sistem manajemen proyek yang baik [4].

Pada tahap pelaksanaan proyek konstruksi diperlukan perencanaan, koordinasi, dan pengendalian untuk menghindari atau meminimalisir berbagai risiko yang mungkin terjadi. Salah satu risiko yang cenderung sering terjadi adalah *cost overrun* dan *time overrun* yang menimbulkan kerugian bagi kontraktor terutama saat pelaksanaan kontrak *lumpsum* [5].

Mengingat pentingnya tahap pelaksanaan konstruksi, maka kontraktor selaku pelaksana proyek harus berhati-hati dalam merencanakan, menyusun jadwal dan mengelola proyek. Pembangunan proyek konstruksi gedung di kota Banda Aceh harus dikelola dengan baik, sehingga kemungkinan terjadinya pembengkakan biaya dan keterlambatan waktu (*cost overrun and time overrun*) bisa diminimumkan.

Untuk mengatasi permasalahan *cost overrun* dan *time overrun*, perlu dilakukan suatu identifikasi terhadap penyebab terjadinya *cost overrun* dan *time overrun* dengan metode diagram *fishbone*. Diagram *fishbone* dinilai

mampu mengidentifikasi permasalahan secara fokus penyebab terjadinya *cost overrun* dan *time overrun*.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya *cost overrun* dan *time overrun* pada proyek konstruksi gedung di kota Banda Aceh. Sehingga dapat diambil beberapa strategi guna meminimalkan dampak kerugian dan keterlambatan pada pelaksanaan proyek konstruksi.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan industri barang (fisik) dan jasa yang memerlukan perencanaan yang baik untuk mencapai hasil yang diharapkan (bangunan/konstruksi) dalam batasan waktu, biaya dan mutu tertentu [6]. Proyek konstruksi terus mengalami kemajuan sehingga memerlukan sumber daya yang dikenal dengan lima *m* yaitu *man* (manusia), *material* (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (metode pelaksanaan), *money* (uang) [7]. Di samping itu proyek konstruksi memerlukan *information* (informasi), dan *time* (waktu) untuk menyelesaikan proyek dengan baik [6], sehingga dapat memuaskan semua pihak baik penyelenggara, pelaksana pengguna proyek tersebut.

2.2 Pelaksana Proyek Konstruksi

Pada pelaksanaan proyek konstruksi melibatkan beberapa pihak diantaranya adalah *owner* (pemilik proyek), konsultan perencana, kontraktor dan konsultan manajemen konstruksi. Keterlibatan dalam pelaksanaan konstruksi dimulai dari tahap pra studi kelayakan (*prefeasibility study*) sampai dengan penyerahan hasil pekerjaan [6].

Kontraktor sebagai pihak yang merealisasikan wujud fisik proyek adalah orang/badan hukum yang menerima pekerjaan dan menyelenggarakan pelaksanaan pekerjaan.

Penyelenggaraan pekerjaan harus sesuai dengan biaya yang telah ditetapkan berdasarkan gambar rencana, peraturan, dan syarat-syarat yang telah ditetapkan sesuai dengan peraturan LPJK nomor 3 tahun 2017 [8]. Berdasarkan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No.19/PRT/M/2014, maka subklasifikasi kontraktor Indonesia dibagi menjadi beberapa golongan seperti tampak pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Kualifikasi Pekerjaan Kontraktor

Kualifikasi	Golongan	Batas Nilai Proyek Pekerjaan
B2	Besar	0 s/d Tak Terbatas
B1	Besar	0 s/d 250 M
M2	Menengah	0 s/d 50 M
M1	Menengah	0 s/d 10 M
K3	Kecil	0 s/d 2.5 M
K2	Kecil	0 s/d 1.75 M
K1	Kecil	0 s/d 1 M

Sumber : [9]

2.3 Manajemen Proyek Konstruksi

Manajemen proyek adalah suatu cara/metode untuk mencapai suatu hasil dalam bentuk bangunan, infrastruktur dengan menggunakan sumber daya yang secara efektif melalui tindakan-tindakan perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu [10].

Manajemen biaya proyek (*project cost management*) adalah pengendalian proyek untuk memastikan penyelesaian proyek sesuai dengan anggaran biaya yang telah disetujui [4]. Hal yang perlu diperhatikan dalam manajemen biaya proyek adalah perencanaan sumber daya, estimasi biaya, penganggaran biaya dan pengendalian proyek [4].

Perencanaan sumber daya merupakan proses untuk menentukan sumber daya dalam bentuk fisik (manusia, peralatan, material) dan kuantitasnya yang diperlukan untuk melaksanakan aktivitas proyek. Proses ini sangat berkaitan erat dengan proses estimasi

biaya. Sedangkan estimasi biaya adalah proses untuk memperkirakan biaya dari sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Estimasi biaya melibatkan perhitungan kuantitatif dari biaya-biaya yang muncul untuk menyelesaikan proyek. Di dalam pelaksanaan proyek, penganggaran biaya direncanakan untuk masing-masing aktivitas dari keseluruhan biaya yang muncul pada proses estimasi. Dan pengendalian biaya dilakukan selama proyek berlangsung untuk mendeteksi apakah biaya aktual pelaksanaan proyek menyimpang dari rencana atau tidak. Semua penyebab penyimpangan biaya harus terdokumentasi dengan baik sehingga langkah-langkah perbaikan dapat dilakukan [4].

Manajemen waktu proyek (*project time management*) adalah proses merencanakan, menyusun, dan mengendalikan jadwal kegiatan proyek [11]. Ada lima proses utama dalam manajemen waktu proyek yaitu mendefinisikan aktivitas, mengurutkan aktivitas, mengestimasi durasi aktivitas, pengembangan jadwal dan pengendalian jadwal [4].

Pendefinisian aktivitas merupakan proses identifikasi semua aktivitas spesifik yang harus dilakukan dalam rangka mencapai seluruh tujuan dan sasaran proyek (*project deliverables*). Sedangkan urutan aktivitas adalah proses pengurutan aktivitas melibatkan identifikasi dan dokumentasi dari hubungan logis yang interaktif. Masing-masing aktivitas harus diurutkan secara akurat untuk mendukung pengembangan jadwal, sehingga diperoleh jadwal yang realistik. Untuk kegiatan estimasi durasi aktivitas proyek melakukan proses pengambilan informasi yang berkaitan dengan lingkup proyek dan sumber daya yang diperlukan yang kemudian dilanjutkan dengan perhitungan estimasi durasi atas semua aktivitas yang dibutuhkan. Tingkat akurasi estimasi durasi sangat tergantung dari banyaknya informasi yang tersedia. Dalam melakukan pengembangan jadwal pelaksanaan proyek maka kontraktor harus menentukan kapan suatu aktivitas dalam proyek akan dimulai dan kapan harus selesai. Dan yang terakhir pengendalian

jadwal dilakukan untuk memastikan apakah kinerja yang dilakukan sudah sesuai dengan alokasi waktu yang sudah direncanakan atau tidak [4].

2.4 Unsur-Unsur Biaya Proyek

Unsur-unsur biaya proyek merupakan keseluruhan dari biaya yang dikeluarkan dari pelaksanaan suatu proyek. Biaya yang terlibat dalam pelaksanaan konstruksi dibedakan atas biaya langsung dan biaya tidak langsung [12].

Biaya langsung (*direct cost*) adalah elemen biaya yang berkaitan langsung dengan kemajuan fisik proyek yang dikerjakan seperti biaya material, tenaga kerja, peralatan, dan biaya subkontraktor. Sehingga biaya tidak langsung (*indirect cost*) adalah biaya yang dikeluarkan untuk mendukung pelaksanaan proyek konstruksi. Biaya tidak langsung umumnya dikenal sebagai biaya operasional yang meliputi biaya bahan bakar, pelumas, transportasi, pemindahan alat, dan biaya operator [12].

2.5 Pembengkakan Biaya (*Cost Overrun*)

Pembengkakan biaya (*cost overrun*) adalah biaya konstruksi suatu proyek yang pada saat tahap pelaksanaan, melebihi (budget) anggaran proyek yang ditetapkan di tahap awal (estimasi biaya), sehingga menimbulkan kerugian yang signifikan bagi pihak kontraktor [13]. *Cost overrun* itu sendiri dibagi dalam tiga bagian, yaitu:

1. Pembengkakan biaya (*cost overrun*) pada tahap awal proyek konstruksi.
2. Pembengkakan biaya (*cost overrun*) pada saat proses proyek konstruksi.
3. Pembengkakan biaya (*cost overrun*) pasca konstruksi.

2.6 Keterlambatan Waktu (*Time Overrun*)

Keterlambatan pelaksanaan proyek merupakan salah satu masalah yang tidak diinginkan baik oleh *owner* sebagai pemilik proyek maupun kontraktor sebagai manajemen pelaksana proyek [14]. Proyek yang terlambat juga akan mengganggu kegiatan masyarakat yang berada disekitar pelaksanaan kegiatan proyek konstruksi.

1. Keterlambatan pelaksanaan proyek dapat terjadi karena beberapa faktor sehingga keterlambatan dibagi atas Keterlambatan yang tidak dapat dimaafkan (*Non Excusable Delays*), Keterlambatan yang dapat dimaafkan (*Excusable Delays*) dan Keterlambatan yang layak mendapat ganti rugi (*Compensable Delays*) [15].

2. Keterlambatan yang dapat dimaafkan (*Excusable Delays*).

3. Keterlambatan yang layak mendapat ganti rugi (*Compensable Delays*).

2.7 Mitigasi Pelaksanaan Proyek Konstruksi

Ada beberapa hal yang dapat dilakukan untuk meminimalkan dampak kerugian pada pelaksanaan proyek konstruksi [16], diantaranya adalah :

1. Melakukan pengelolaan kebijakan pembiayaan melalui kebijakan arus kas keuangan atau *cash flow* yang disesuaikan dengan sistem pembayaran.
2. Memaksimalkan uang muka dari pemilik pekerjaan.
3. Konsistensi untuk melakukan kontrol terhadap *cost control*, jadwal pekerjaan, material dan tenaga kerja
4. Pemilihan *estimator* yang profesional dan berpengalaman untuk mendapatkan rencana anggaran yang akurat dan tepat
5. Membangun koordinasi, komunikasi dan informasi yang baik antar pihak [16].

2.8 Analisis Faktor

Analisis faktor merupakan salah satu metode statistik multivariat yang mencoba menerangkan hubungan antar sejumlah variabel-variabel yang saling independen antara satu dengan yang lain sehingga bisa dibuat satu atau lebih kumpulan variabel yang lebih sedikit dari jumlah variabel awal. Analisis faktor juga digunakan untuk mengetahui faktor-faktor dominan dalam menjelaskan suatu masalah [17].

2.9 Analisis deskriptif

Analisis deskriptif adalah sebuah analisis yang dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud

membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi [18].

2.10 Diagram *Fishbone*

Pada awalnya diagram ini digunakan oleh bagian pengendali kualitas untuk menemukan potensi penyebab masalah dalam proses manufaktur yang biasanya melibatkan banyak variasi dalam sebuah proses. Fungsi dasar diagram *fishbone* (tulang ikan) adalah untuk mengidentifikasi dan mengorganisasi penyebab yang mungkin timbul dari suatu efek spesifik dan kemudian memisahkan akar penyebabnya. Alat ini dikembangkan pertama kali pada tahun 1950 oleh seorang pakar kualitas Jepang, yaitu Kaoru Ishikawa

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan teknik kuesioner. Kuesioner disusun mengikuti kaedah skala Likert dalam interval 1 sampai dengan 5. Kuesioner selanjutnya dibagikan kepada responden untuk memilih jawaban yang telah disediakan. Kualifikasi responden adalah kontraktor yang ada di kota Banda Aceh dengan kualifikasi K (kecil) dan M (Menengah) dan pernah terlibat dalam pelaksanaan proyek pembangunan gedung.

Metode pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *nonprobability sampling* dengan teknik *purposive sampling* [19]. Sampel yang diambil untuk penelitian ini berjumlah 40 orang responden, dengan profil responden dapat ditampilkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Profil Responden

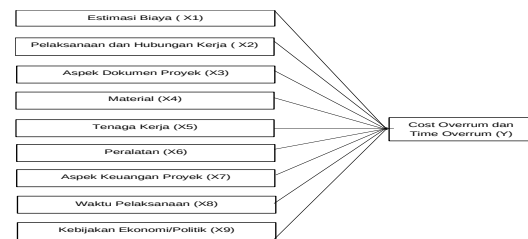
Jabatan	Jumlah
Direktur	5
Tenaga Ahli	6
Wakil Direktur	3
Tim Teknis	8
Site Manager	1
Site Engineering	17

3.1 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terdiri atas variabel *dependent* yakni *cost overrum* dan *time overrum* dan 9 variabel *independent*.

<https://doi.org/10.37598/tameh.v11i1.156>

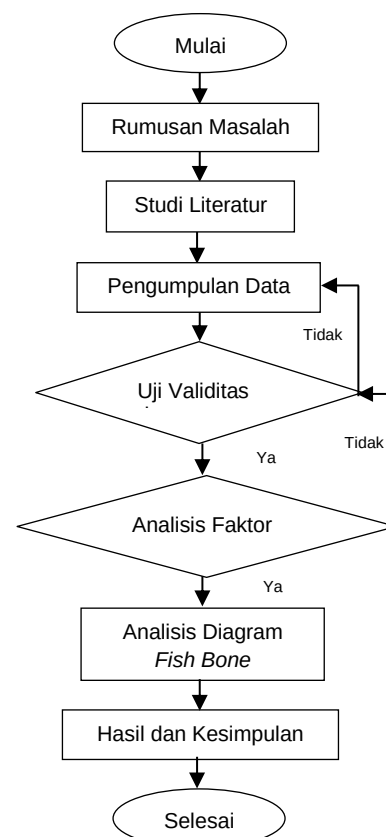
Adapun masing-masing variabel dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1 : Variabel Penelitian [1-2]

3.2 Pengolahan dan Analisis Data

Proses pengolahan data dengan menggunakan metode statistik sedangkan analisis data dilakukan secara deskriptif. Secara jelas metode penelitian ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2: Alur Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Karakteristik Responden

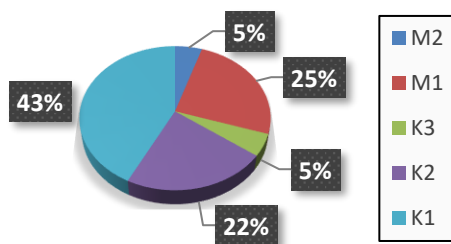
Kualifikasi kontraktor yang menjadi responden dalam penelitian ini terdiri atas 5 kualifikasi,

seperti yang ditampilkan pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3 Kualifikasi Kontraktor

Kualifikasi	Jumlah
M2	2
M1	10
K3	2
K2	9
K1	17

Berdasarkan Tabel 3 di atas, persentase karakteristik kualifikasi responden ditampilkan pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3: Persentase Kualifikasi Kontraktor

4.2 Uji Validitas dan Reliabilitas

Hasil Uji validitas yang diperoleh dengan nilai rata – rata r hitung (0,792) lebih besar dari r tabel (0,2638), dengan signifikansi (10%). Sehingga, variabel penelitian telah memenuhi syarat di mana semua variabel dinyatakan valid. Uji reliabilitas dilakukan secara bersama-sama terhadap seluruh pertanyaan dan hasil pengujian dianggap reliabel apabila nilai *cronbach alpha* > 0,6. Adapun hasil uji reliabilitas untuk masing-masing variabel dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Uji Reabilitas

Variabel	Faktor	Cronbach alpha	Ket.
Estimasi biaya	4	0,864	√
Pelaksanaan dan hubungan kerja	5	0,725	√
Aspek dokumen proyek	3	0,677	√
Material	5	0,813	√
Tenaga kerja	2	0,670	√
Peralatan	3	0,739	√
Aspek keuangan proyek	3	0,729	√

<https://doi.org/10.37598/tameh.v11i1.156>

Waktu pelaksanaan	3	0,763	√
Kebijakan ekonomi/politik	2	0,650	√

4.3 Analisis Faktor

Hasil analisis faktor diperoleh setelah di lakukan uji statistic *Measure of Sampling Adequacy* (MSA), *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) *measure of sampling adequacy* dan *Bartlett test of sphericity*. Adapun nilai MSA masing-masing variabel disajikan pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5 Hasil Rekapitulasi Nilai MSA, Nilai KMO dan Pengujian *Bartlett test of sphericity*.

Variabel	Nilai MSA	Nilai KMO	Sig. Uji Bartlett
Estimasi biaya	4	0,835	0,000
Pelaksanaan dan hubungan kerja	5	0,738	
Aspek dokumen proyek	3	0,621	
Material	5	0,802	
Tenaga kerja	2	0,610	
Peralatan	3	0,587	
Aspek keuangan proyek		0,877	
Waktu pelaksanaan	3	0,595	
Kebijakan ekonomi/politik	2	0,580	

KMO merupakan suatu indeks yang dipergunakan untuk meneliti ketepatan analisis faktor. Nilai KMO yang kecil mengindikasikan bahwa penggunaan analisis faktor harus dipertimbangkan kembali, karena korelasi antar peubah tidak dapat diterangkan oleh peubah lain [20]. Dari Tabel 5 di atas, dapat dilihat nilai KMO untuk data yang diperoleh sebesar 0,684, hal ini menunjukkan bahwa data dengan 40 responden cukup baik untuk dilakukan analisis faktor. Untuk mengetahui ketepatan penggunaan analisis faktor maka dilakukan uji *Bartlett's test of sphericity* di mana hasil yang diperoleh

sebesar 0,000. Nilai uji ini lebih kecil dari 0,05, sehingga disimpulkan bahwa untuk seluruh data penelitian yang diteliti sudah bisa dianalisis lebih lanjut.

Selanjutnya dilakukan uji kecukupan *sampling* dengan MSA. Hasil pengujian MSA diperoleh nilai lebih besar dari 0,5 sehingga tidak terdapat variabel yang dihilangkan. Maka data penelitian telah memenuhi syarat untuk dilakukan analisis faktor konfirmatori.

4.4 Analisis Faktor Konfirmatori

Dari hasil yang diperoleh, maka variabel-variabel penelitian telah layak digunakan dalam analisis faktor. Analisis faktor konfirmatori hanya ingin mengkonfirmasi sejauh mana variabel-variabel tersebut dapat menyusun faktor yang diinginkan, sehingga akan terbentuk hanya 1 faktor saja.

Total Variance Explained (total keragaman yang dapat dijelaskan) pada analisis faktor adalah sebesar 50,915%, artinya untuk kesembilan faktor dapat menjelaskan/membentuk faktor penyebab terjadinya *cost overrun* dan *time overrun* pada proyek pelaksanaan konstruksi gedung di kota Banda Aceh sebesar 50,915%. Adapun sisanya adalah sebesar 49,085% dijelaskan oleh faktor lain yang tidak diikut sertakan dalam penelitian ini.

Untuk mengetahui faktor yang lebih dominan dibanding yang lain dilihat berdasarkan nilai *loading factor*. Pada Tabel 6 ditampilkan luaran dari nilai *loading factor*. Nilai *loading factor* yang paling besar menunjukkan faktor dominan.

Tabel 6 Rekapitulasi Nilai *Loading Factor*

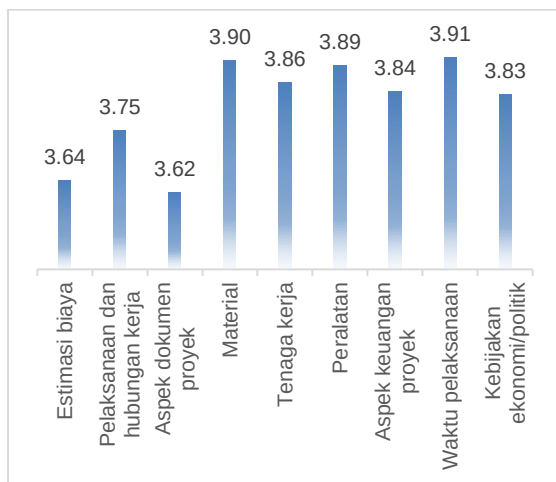
Variabel	Nilai <i>loading factor</i>
Estimasi biaya	0,574
Pelaksanaan dan hubungan kerja	0,820
Aspek dokumen proyek	0,525
Material	0,911

Tenaga kerja	0,454
Peralatan	0,811
Aspek keuangan proyek	0,748
Waktu pelaksanaan	0,809
Kebijakan ekonomi/politik	0,630

Berdasarkan Tabel 7 di atas diperoleh nilai *loading factor* terdapat pada material, pelaksanaan dan hubungan kerja serta peralatan, sedangkan paling rendah pada tenaga kerja, estimasi biaya dan dokumen proyek. Aspek material sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa faktor dominan penyebab terjadinya *cost overrun* adalah aspek material, keuangan proyek, tenaga kerja dan kelayakan ekonomi [1]. Namun, untuk pelaksanaan proyek konstruksi di Banda Aceh aspek tenaga kerja adalah faktor yang paling rendah penyebab terjadinya *cost overrun*.

4.5 Analisis Deskriptif

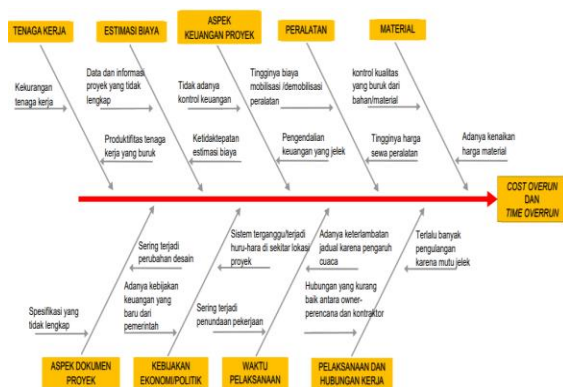
Dari hasil pengolahan data diperoleh nilai *mean* dari masing-masing variabel yang mempengaruhi *cost overrun* dan *time overrun* pada proyek pelaksanaan konstruksi gedung di kota Banda Aceh. Nilai *mean* tertinggi diperoleh pada variabel material yakni adanya kenaikan harga material dan kontrol kualitas yang buruk dari bahan/material dengan nilai *mean* masing-masing adalah 4,13 dan 4,03. Nilai *mean* terendah diperoleh pada faktor dokumen proyek dengan nilai *mean* rata-rata adalah 3,61 yang berarti tidak sering terjadi perubahan desain proyek pada saat pelaksanaan proyek konstruksi gedung di Kota Banda Aceh. Secara rinci nilai *mean* dari masing-masing variabel ditampilkan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4: Nilai mean rata-rata variabel

4.6 Analisis Fishbone

Analisis *fishbone* dimaksudkan untuk memperoleh sebab dan akibat dari faktor *cost overrun* dan *time overrun* pada proyek pelaksanaan konstruksi gedung di Kota Banda Aceh. Di mana sebelumnya untuk mengetahui penyebab paling dominan yang mempengaruhi terjadinya *cost overrun* dan *time overrun* menggunakan hasil analisis faktor. Adapun untuk mengetahui akar penyebabnya terjadinya *cost overrun* dan *time overrun* menggunakan hasil analisis deskriptif dengan nilai mean tertinggi. Lebih jelas diagram *fishbone* dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5: Diagram fishbone

Dari Gambar 5 di atas diperoleh beberapa sebab terjadinya *cost overrun* dan *time overrun* pada proyek pelaksanaan konstruksi gedung di Kota Banda Aceh. Penyebab terjadinya *cost overrun* dan *time overrun* dapat berasal dari internal ataupun eksternal [1].

Faktor-faktor yang berasal dari internal yang dapat menyebabkan terjadi *cost overrun* dan *time overrun* diantaranya adalah dari tenaga kerja yang kurang jumlahnya dan produktivitas yang menurun. Pengendalian keuangan yang buruk dan tidak adanya kontrol keuangan menjadi faktor penyebab yang berasal dari internal.

Adapun faktor-faktor menyebabkan terjadi *cost overrun* dan *time overrun* yang berasal dari eksternal lebih banyak dibandingkan dengan faktor internal. Dari aspek material terjadi kenaikan harga yang signifikan dan kualitas material yang buruk. Faktor cuaca seperti hujan adalah sangat mempengaruhi terjadinya keterlambatan proyek pelaksanaan konstruksi gedung di Kota Banda Aceh. Untuk peralatan diperlukan biaya mobilisasi dari luar kota, karena tidak tersedianya peralatan di wilayah Kota Banda Aceh hingga tingginya biaya sewa peralatan untuk pekerjaan konstruksi tersebut. Hubungan koordinasi yang tidak baik antara pelaku proyek konstruksi yakni *owner*, kontraktor dan konsultan pengawas menjadi sebab pelaksanaan dan hubungan kerja menjadi salah satu faktor terjadinya *cost overrun* dan *time overrun*.

4.7 Upaya Meminimalkan *cost overrun* dan *time overrun*

Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka perlu dilakukan upaya untuk mengantisipasi dan meminimalkan terjadinya terjadi *cost overrun* dan *time overrun*. Beberapa cara efektif untuk dapat mengurangi terjadinya *cost overrun* dan *time overrun* pada proyek konstruksi gedung, diantaranya adalah menyusun konsep manajemen proyek baik terhadap sumber daya manusia, material, peralatan, keuangan dan tahapan pelaksanaan pekerjaan. Disebutkan bahwa menggunakan uang muka secara maksimal dan melakukan kebijakan pembiayaan dapat mengurangi dampak terhadap *cost overrun* dan *time overrun* [1-5].

5. Kesimpulan

Dari hasil yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa:

Dari hasil pengumpulan dan analisa data, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil uji validitas yang diperoleh dari 40 responden yang berasal dari perusahaan kontraktor golongan K (kecil) dan M (menengah) di kota Banda Aceh diperoleh nilai rata-rata R_{hitung} adalah 0,792 dan nilai R_{tabel} untuk signifikan 10% diperoleh sebesar 0,2638. Maka $R_{hitung} \geq R_{tabel}$. Hal ini menunjukkan bahwa uji validitas yang dilakukan pada semua pertanyaan sudah valid.
2. Hasil uji reliabilitas pada setiap variabel diperoleh nilai sebesar 0,74, nilai suatu variabel dikatakan reliabel (handal) apabila nilai cronbach alpha melebihi 0,6.
3. Hasil analisis faktor, faktor dominan penyebab cost overrun dan time overrun pada proyek konstruksi gedung di kota Banda Aceh yaitu faktor material (X4) dengan nilai loading faktor 0,911.
4. Dari hasil analisis deskriptif terdapat indikator yang sering dipermasalahkan oleh responden yaitu adanya kenaikan harga material (X4.3) dengan nilai mean 4,13, dan kontrol kualitas yang buruk dari bahan /material (X4.4) dengan nilai mean 4,03. Hal tersebut menunjukkan bahwa mayoritas responden menyatakan bahwa X4.3 dan X4.4 memiliki pengaruh yang besar terhadap terjadinya cost overrun dan time overrun pada proyek konstruksi di kota Banda Aceh.
5. Terdapat enam cara upaya memitigasi terjadinya cost overrun dan time overrun yang direkomendasikan yaitu pengelolaan keuangan dengan cash flow, memaksimalkan uang muka, konsistensi kontrol, pemilihan estimator profesional, membangun hubungan antar pihak, dan penyusunan konsep sistem manajemen proyek yang baik.
6. Faktor-faktor penyebab terjadinya cost overrun dan time overrun pada proyek pelaksanaan konstruksi Gedung di Kota Banda Aceh dapat disebabkan oleh

estimasi biaya, pelaksanaan dan hubungan kerja, aspek dokumen proyek, material, tenaga kerja, peralatan, aspek keuangan proyek, waktu pelaksanaan dan kebijakan ekonomi/politik.

7. Dari hasil analisis faktor, faktor dominan penyebab cost overrun dan time overrun pada proyek pelaksanaan konstruksi gedung di Kota Banda Aceh yaitu faktor material dengan nilai loading faktor 0,911. Hal ini disebabkan oleh adanya kenaikan harga material yang dikeluhkan oleh pihak pelaksana konstruksi (responden). Kontrol kualitas yang buruk terhadap material juga pengaruh besar terhadap terjadinya cost overrun dan time overrun.
8. Berdasarkan diagram *fishbone* diperoleh bahwa penyebab terjadinya cost overrun dan time overrun pada proyek pelaksanaan konstruksi gedung di Kota Banda Aceh berasal dari internal dan eksternal. Sehingga diperlukan penyusunan konsep sistem manajemen proyek yang baik dan membangun hubungan yang harmonis antar pihak pelaksana proyek konstruksi.

Daftar Pustaka

- [1] F. F. Remi, "Kajian Faktor Penyebab Cost Overrun pada Proyek Konstruksi Gedung," *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952, vol. 13, no. April, hal. 15–38, 2017.
- [2] T. Paparang, D. R. O. Walangitan, dan P. A. K. Pratasis, "Identifikasi Faktor Penyebab Cost Overrun Biaya Pada Proyek Terminal Antar Kabupaten Provinsi," *J. Sipil Statik*, vol. 6, no. 10, hal. 813–822, 2018.
- [3] A. Kuswardoyo dan M. R. A. Simanjuntak, "Kajian Identifikasi Risiko untuk Meminimalkan Dampak Time & Cost Overrun pada Proyek Infrastruktur," *Pros.CEEDRIMS 2021*, hal. 115–128, 2021.
- [4] B. W. Soemardi, M. Abduh, R. D. Wirahdikusumah, dan N. Pujoartanto, "Konsep Earned Value untuk Pengelolaan Proyek Konstruksi," *Inst. Teknol. Bandung*, hal. 1–13, 2006.
- [5] A. P. Soekiman dan A. Soekiman, "Analisis Faktor Penyebab Cost Overruns Pada Proyek Konstruksi Pembangunan Rumah Dan Ruko Di Kota Bandung Dan Cimahi," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 17, no. 1, hal. 13, 2021.
- [6] S. Hidayat dan M. Wijayaningtyas, *Buku Manajemen Konstruksi Dalam Perspektif Administrasi Pembangunan dan Pemasaran*. 2019.
- [7] W. Ervianto, *Manajemen Proyek Kontruksi*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta, 2005.
- [8] Peraturan Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nasional Nomor 3 Tahun 2017,

- "Sertifikasi dan Registrasi Usaha Jasa Pelaksana Konstruksi," hal. 152, 2017.
- [9] K. PUPR, *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Tentang Pengaman Pantai*, vol. 3. 2015, hal. 2015.
- [10] H. A. Rani, *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Deepublish CV. Budi Utama, 2016.
- [11] H. Susila dan M. Azis, "Kajian Penerapan Time Management Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi Gedung Di Kota Surakarta," *J. Tek. Sipil dan Arsit.*, vol. 14, no. 18, 2013.
- [12] E. Pancoro, W. Oetomo, dan Sutoyo, "Penerapan Cost Significant Model Proyek Jalan dan Jembatan di Kabupaten Gresik," vol. 6, hal. 51–62, 2020.
- [13] R. Pandey, B. Sompie, dan H. Tarore, "Analisis Faktor Penyebab Pembengkakan Biaya (Cost Overrun) Peralatan Pada Proyek Konstruksi Dermaga Di Sulawesi Utara," *J. Ilm. Media Eng.*, vol. 2, no. 3, hal. 97736, 2012.
- [14] S. Soepiadhy, I. P. A. Wiguna, dan S. P. Wulandari, "Pengaruh Rantai Pasok terhadap Kinerja Kontraktor Bangunan Gedung di Jember," *Pros. Semin. Nas. Apl. Teknol. Prasarana Wil.*, no. July, hal. 1–5, 2011.
- [15] Y. unit. Messah, T. Widodo, dan M. Adoe, "Kajian Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan," *Univ. Nusa Cendana*, vol. II, no. 2, hal. 157–168, 2013.
- [16] M. Natalia, A. Aguskamar, J. Atmaja, M. Muluk, dan D. R. Fitria, "Identifikasi Faktor-Faktor Penyebab Cost Over run Pada Proyek Konstruksi Jalan di Sumatera Barat," *J. Ilm. Rekayasa Sipil*, vol. 16, no. 1, hal. 28–38, 2019.
- [17] Soeharto, *Manajemen Proyek, dari Konseptual hingga Operasional*. Jakarta: Erlangga, 1999.
- [18] Sugiyono, *Memahami Penelitian Kualitatif*. Bandung: Alfabeta, 2005.
- [19] U. Suharsaputra, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan Tndakan*. Bandung: PT. Refika Aditama, 2012.
- [20] B. Rahardjo, "Analisis Faktor Untuk Mengetahui Pengaruh Personal Selling dan Word of Mouth Terhadap Keputusan Pembelian Suatu Studi Kasus Pada PT. Starmas Inti Alumunium Industry," *J. Fak. Ekon. Univ. Budi Luhur Jakarta*, vol. 12, no. 1, hal. 12, 2014.



Tameh: Journal of Civil Engineering

University of Muhammadiyah Aceh

Perencanaan Jamban Sehat untuk Rumah Studi Kasus Desa Weninggalih Kabupaten Bogor

¹Andri Arthono, ²Ekadipta

¹Prodi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Sains dan Teknologi Al Kamal

²Prodi Farmasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Sains dan Teknologi Al Kamal

¹aarthono@gmail.com

Abstract

A livable house must meet various requirements, one of which is health requirements, so that the occupants remain healthy. One of the important things that must be in a house is a latrine or bathroom. Inappropriate latrines facilitate the spread of certain diseases such as diarrheal diseases. The planning and manufacture of family latrines must follow the criteria in accordance with existing standards such as layout, water sources, construction, and also the materials. With the existence of family latrines that meet the criteria, a healthy society will be realized, as an effort to implement a healthy lifestyle for the community which was proclaimed by the Ministry of Health as a Clean and Healthy Lifestyle (PHBS). The purpose of this study was to determine the feasibility of sanitation and environmental health in Weninggalih village, Bogor Regency. Methods The research is conducted by conducting a field survey. Data collection is done by visiting the house one by one, where the physical components seen are focused on the bathroom and its supporting facilities. Based on the results of the study, it is known that the houses in the village of Weninggalih are still very far from being feasible. This can be seen from the construction of the house with earth floors and tends to be humid. In addition, the walls use cubicles that allow air from outside to easily enter, including various small animals, the absence of a low roof, and the absence of a proper bathroom. Therefore, it is recommended to the local authorities to improve the facilities in every resident's house, including making a latrine in each house, constructing drainage channels and also infiltration wells to reduce household waste, including providing space between the house and the animal cages.

Keywords: *Latrine, toilet, PHBS*

Abstrak

Rumah yang layak untuk tempat tinggal harus memenuhi berbagai syarat salah satunya adalah syarat kesehatan, sehingga penghuninya tetap sehat. Salah satu hal penting yang harus ada pada sebuah rumah adalah jamban atau kamar mandi. Jamban yang tidak layak memudahkan terjadinya penyebaran penyakit tertentu seperti penyakit diare. Perencanaan dan pembuatan dari jamban keluarga ini wajib mengikuti kriteria sesuai dengan standar yang ada seperti tata letak, sumber air, konstruksi, dan juga materialnya. Dengan adanya jamban keluarga yang memenuhi kriteria, maka akan dapat terwujud masyarakat yang sehat, sebagai upaya untuk menerapkan pola hidup sehat untuk masyarakat yang di canangkan oleh Kementerian Kesehatan sebagai Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan sanitasi serta kesehatan lingkungan pada desa Weninggalih, Kabupaten Bogor. Metode Penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan survey lapangan. Pengumpulan data dilakukan dengan mendatangi rumah satu persatu, dimana komponen fisik yang dilihat difokuskan pada kamar mandi serta fasilitas penunjangnya. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa rumah yang berada di desa Weninggalih masih sangat jauh dari kata layak. Hal ini terlihat dari konstruksi rumah berlantai tanah dan cenderung berhawa lembab. Selain itu, dinding menggunakan bilik yang mengakibatkan udara dari luar akan dengan mudah masuk termasuk juga berbagai hewan kecil, atap yang cenderung rendah, kemudian tidak adanya kamar mandi yang layak. Oleh karena itu, direkomendasikan kepada aparat setempat untuk memperbaiki fasilitas di setiap rumah warga termasuk membuat jamban di setiap rumah, membuat saluran drainase dan juga sumur resapan untuk mereduksi limbah rumah tangga, termasuk memberikan jarak ruang antara rumah dengan kandang hewan ternak.

Kata kunci: *Jamban, WC, PHBS*

1. Pendahuluan

Setiap manusia yang hidup, di manapun berada, membutuhkan tempat untuk tinggal yang disebut rumah [1]. Rumah sendiri berfungsi sebagai tempat untuk melepas lelah, tempat bergaul dan membina rasa kekeluargaan di antara anggota keluarga, serta sebagai tempat berlindung dan menyimpan barang berharga [2]. Selain itu, rumah juga merupakan status lambang social [3].

Rumah yang layak untuk tempat tinggal harus memenuhi berbagai syarat salah satunya adalah syarat kesehatan, sehingga penghuninya tetap sehat [4]. Rumah yang sehat tentunya tidak akan terlepas dari ketersediaan prasarana dan sarana terkait, seperti penyediaan air bersih, sanitasi pembuangan sampah, transportasi, dan tersedianya pelayanan social dan umum [5]. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa rumah sehat adalah bangunan tempat berlindung dan beristirahat serta sebagai sarana pembinaan keluarga yang menumbuhkan kehidupan sehat secara fisik, mental dan sosial, sehingga seluruh anggota keluarga dapat bekerja secara produktif [6]. Kondisi lingkungan pemukiman yang buruk dapat terlihat dari rendahnya tingkat masyarakat yang dapat menjangkau pelayanan air bersih, pembuangan kotoran, pembuangan sampah, kondisi rumah yang tidak layak dan pembuangan limbah cair yang tidak sehat [7].

Keberadaan perumahan yang sehat, aman, serasi, teratur sangat diperlukan agar fungsi dan kegunaan rumah dapat terpenuhi dengan baik. Salah satu bagian yang penting adalah perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) merupakan cerminan pola hidup keluarga yang senantiasa memperhatikan dan menjaga kesehatan seluruh anggota keluarga. Mencegah lebih baik daripada mengobati, prinsip kesehatan inilah yang menjadi dasar pelaksanaan Program PHBS [8]. PHBS dapat dilakukan di rumah tangga; di tempat umum; di sekolah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mensurvey kelayakan sanitasi serta kesehatan lingkungan pada desa Weninggalih, Kabupaten Bogor.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Pengertian Rumah Sehat

Pengertian dari rumah sehat sendiri adalah rumah yang dapat memenuhi kebutuhan rohani dan jasmani secara layak sebagai suatu tempat tinggal atau perlindungan dari pengaruh alam luar [9].

Salah satu hal penting yang harus ada pada sebuah rumah adalah jamban atau biasa yang disebut sebagai kamar mandi, bagian ini merupakan hal terpenting yang wajib ada pada sebuah rumah paling sederhana sekalipun. Kamar mandi pada sebuah rumah memiliki fungsi yang sangat penting, dimana maksudkan untuk tujuan mengurangi pencemaran air dan tanah yang menimbulkan dampak yang luas bagi masyarakat sekitar; Jamban menjadi hal penting karena berdasarkan pada informasi yang ada bahwa secara nasional dari informasi yang diperoleh terdapat 16,4% rumah tangga yang masih melakukan pembuangan tinja di sungai/danau, dan 11,7% di lubang tanah atau dengan kata lain membuang tinja di kebun dengan menggali tanah yang kemudian di urug kembali, dan ini berpotensi untuk mencemari tanah dan lingkungan terlebih lagi bila terkontaminasi dengan air tanah [10]. Diperkirakan akibat limbah yang tidak dikelola secara baik, menghasilkan lebih dari 6 juta ton kotoran manusia per tahun yang dibuang ke badan air. Kondisi ini menyumbang dampak polusi serius pada sumber air bersih, dan menyebabkan komoditas-air bersih menjadi produk yang semakin berharga [11]. Salah satu upaya menghadirkan jamban ini adalah sebagai upaya untuk menerapkan pola hidup sehat untuk masyarakat yang di canangkan oleh Kementerian Kesehatan sebagai perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS)

2.2. Jenis jenis Jamban

Sebelum kita membuat perencanaan jamban keluarga pada rumah sehat, perlu diketahui jenis jenis jamban yang banyak terdapat di Indosnesia, Terdapat beberapa jenis jamban sesuai bentuk dan namanya, antara lain [3]:

1. Pit privy (*Cubluk*)

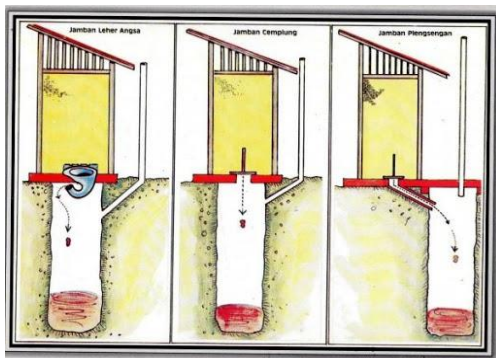
Kakus ini dibuat dengan membuat lubang dalam tanah sedalam 2,5 sampai 8 meter dengan diameter 80-120 cm. Dindingnya diperkuat dari batu bata. Sesuai dengan daerah pedesaan maka rumah kakus tersebut dapat dibuat dari bambu, dinding bambu dan atap daun kelapa. Jarak dari sumber air minum sekurang-kurangnya 15 meter.



Gambar 1. Cubluk

2. Jamban cemplung berventilasi (*ventilasi improved pit latrine*)

Jamban ini hampir sama dengan jamban cubluk, bedanya menggunakan ventilasi pipa. Untuk daerah pedesaan pipa ventilasi ini dapat dibuat dari bambu.



Gambar 2. Jamban Cemplung

3. Jamban empang (*fish pond latrine*)

Merupakan jamban ini dibangun di atas empang ikan. Sistem jamban empang memungkinkan terjadi daur ulang (*recycling*) yaitu tinja dapat langsung dimakan ikan, ikan dimakan orang, dan selanjutnya orang mengeluarkan tinja, demikian seterusnya



Gambar 3. Jamban Empang

4. Jamban pupuk (*the compost privy*)

Secara prinsip jamban ini seperti kakus cemplung, hanya lebih dangkal galiannya, di dalam jamban ini juga untuk membuang kotoran binatang dan sampah, daun-daunan, dimana tebal setiap lapisan pada cubluk ini tidak lebih dari 20" dan setiap 6 bulan dapat di ambil material dari dalam cubluk ini untuk pupuk.

5. Jamban Leher Angsa (*Angsa Trine*)

Jamban leher angsa merupakan jamban leher lubang closet berbentuk lengkungan, dengan demikian akan terisi air gunanya sebagai sumbat sehingga dapat mencegah bau busuk serta masuknya binatang-binatang kecil. Jamban model ini adalah model yang terbaik yang dianjurkan dalam kesehatan lingkungan.

6. Jamban Keluarga

Jamban sendiri merupakan suatu fasilitas atau sarana pembuangan tinja. Menurut [12], pengertian jamban keluarga adalah suatu bangunan yang digunakan untuk membuang dan mengumpulkan kotoran sehingga kotoran tersebut tersimpan dalam suatu tempat tertentu dan tidak menjadi penyebab suatu penyakit serta tidak mengotori permukaan. Sedangkan pengertian lain menyebutkan bahwa pengertian jamban adalah pengumpulan kotoran manusia disuatu tempat sehingga tidak menyebabkan bibit penyakit yang ada pada kotoran manusia dan mengganggu estetika.

Penggunaan atau juga pemanfaatan jamban keluarga sangat dipengaruhi oleh tingkat pengetahuan dan kebiasaan masyarakat. Sebagai salah satu dari tujuan program JAGA

(jamban keluarga) yaitu tidak membuang tinja ditempat terbuka melainkan membangun jamban untuk diri sendiri dan keluarga, maka penggunaan jamban yang baik adalah agar setiap kotoran yang masuk hendaknya disiram dengan air yang cukup, hal ini selalu dikerjakan sehabis buang tinja sehingga kotoran tidak tampak lagi [13].

2.3 Kriteria Jamban Keluarga

Dalam Perencanaan jamban keluarga ini ada berbagai kriteria yang harus diperhatikan dalam perencanaan nya, mengacu pada beberapa aturan kriteria yang ada seperti menurut WSP (2008) kriterian Jamban Sehat (improved latrine) [14], merupakan fasilitas pembuangan tinja yang memenuhi syarat :

1. Menjaga agar tidak kontak antara manusia dan tinja, hal ini adalah dimaksudkan agar manusia yang membuang kotoran (BAB) tidak bersentuhan langsung dengan tinja yang berpotensi membawa bibit penyakit
2. Membuang tinja manusia yang aman sehingga tidak dihindangi lalat atau serangga vektor lainnya termasuk binatang.hal ini menjaga agar tinja yang dibuang oleh manusia tidak mengotori lingkungan, sebab apabila di buang secara sembarangan, maka akan bisa timbul bibit penyakit baru sebagai akibat dari tinja tersebut bercampur dengan serangga atau hewan seperti tikus
3. Menjaga buangan tidak menimbulkan bau, bau merupakan hasil sampingan dari tinja manusia, bau ini tidak dapat dihilangkan, sehingga diperlukan jamban sebagai sarana untuk menampung tinja
4. Konstruksi dudukan jamban dibuat dengan baik dan aman bagi pengguna, konstruksi jamban harus di buat atau didesain dengan baik dengan memperhatikan berbagai aspek kekuatan kenyamanan dan aksesibilitas dari sebuah jamban, termasuk aspek untuk para lansia yang ada didalam rumah

Menurut kriterian Depkes RI (1985), syarat sebuah jamban keluarga dikategorikan jamban sehat, jika memenuhi persyaratan sebagai berikut [15] :

1. Tidak mencemari sumber air minum, untuk itu letak lubang penampungan kotoran paling sedikit berjarak 10 meter dari sumur (SPT SGL maupun jenis sumur lainnya). Perkecualian jarak ini menjadi lebih jauh pada kondisi tanah liat atau berkapur yang terkait dengan porositas tanah. Juga akan berbeda pada kondisi topografi yang menjadikan posisi jamban diatas muka dan arah aliran air tanah.
2. Tidak berbau serta tidak memungkinkan serangga dapat masuk ke penampungan tinja. Hal ini misalnya dapat dilakukan dengan menutup lubang jamban atau dengan sistem leher angsa.
3. Air seni, air pembersih dan air penggelontor tidak mencemari tanah di sekitarnya. Hal ini dapat dilakukan dengan membuat lantai jamban dengan luas minimal 1×1 meter, dengan sudut kemiringan yang cukup kearah lubang jamban.
4. Mudah dibersihkan, aman digunakan, untuk itu harus dibuat dari bahan-bahan yang kuat dan tahan lama dan agar tidak mahal hendaknya dipergunakan bahan-bahan yang ada setempat;
5. Dilengkapi dinding dan atap pelindung, dinding kedap air dan berwarna terang, hal ini untuk mengurangi penggunaan dari pada listrik disiang hari, dimana diupayakan kalo bisa atap pelindung terbuat dari bahan yang trasnparan atau tembus cahaya pada siang hari.
6. Cukup penerangan, cukup penerangan pada malam hari, tentunya lampu yang dipasang memiliki warna yang terang yang harus dibantu dengan pemberian warna pada dinding yang tidak berkesan redup atau gelap
7. Lantai kedap air, tujuannya adalah agar air kotor yang mungkin tumpah atau ada dilantai tidak meresap kedalam tanah yang ada dibawah jamban, yang akan berakibat pada terkontaminasinya air tanah dalam kurun waktu yang lama, termasuk lantai jamban terbuat dari bahan atau material yang kesat atau kasar sehingga tidak licin, hal ini menjaga dari terpelesetnya orang

- akan menggunakannya, termasuk memperhatikan kemiringan lantai yang mengarah pada *floor drain* atau lubang air untuk pembuangan air kotor pada jamban, hal ini penting dengan demiringan yang tepat, maka air kotor atau ada dilantai jamban akan segera langsung mengalir mengarah keluabang penmbuangan atau *floor drain*.
8. Luas ruangan cukup, atau tidak terlalu rendah, terkait dengan ukuran raungan dari jamban,tentunya bebas,tetapi harus mampu mengakomodir kebutuhan dari semua anggota keluarga termasuk orang tua dan lansia yang beraada didalam rumah, karena fungsi jamban pada sebuah rumah untuk saat ini tidak hanya sebagai tempat untuk buang air besar (BAB) tetapi juga sebagai tempat untuk mandi bahkan sebagai tempat untuk memcuci pakaian, sehingga saat ini fungsi jamban sudah menjadi ruangan multi fungsi.
 9. Ventilasi cukup baik, Ventilasi harus memenuhi unsur sirkulasi ada akses udara yang masuk ke dalam ruangan dan juga ada akses udara untuk keluar, banyak saat ini ruang jamban yang dilengkapi dengan *exhaust fan* yang berfungsi secara otomatis saat ada yang menggunakan ruangan tersebut, *exhaust fan* ini untuk membuang udara didalam ruangan jamban sehingga ruangan tidak terkesan pengap atau kurang udara.
 - 10.Tersedia air dan alat pembersih, air menjadi salah satu factor penentu, karena tanpa air ini sebuah jamban tidak bisa dikatakan sebagai sebuah jamban. Air pun harus tersedia selama 24 jam dengan debit yang stabil tanpa terkecuali, sehingga perlu dipikirkan perlunya tandon air untuk menampung air yang akan didistribusikan ke pada jamban. Kriteria air sendiri harus bersih, tidak berbau, tidak berasa dan tidak berwarna.
 - 11.Mudah diakses, jamban sendir juga harus mudah diakses pada berbagai situasi, hal ini menjadi penting termasuk ukuran pintu dan letak jamban didalam rumah.
 - 12.Saluran pembuangan dan penampungan, air kotor dari jamban juga harus dibuatkan saluran tersendiri yang mengarah saluran air kotor yang ada perumahan atau bisa juga di masukan kedalam bak atau kolam resapan apabila rumah tersebut memiliki halaman yang cukup luas.Sedangkanj untuk tinja sendiri dibuat saluran tersendiri yang mengarah ke *septic tank*. Perencanaan dari pada *septic tank* ini harus memiliki desain yang baik sehingga kuat dan tidak mudah rembes, yang berpotensi mencemari air tanah
- #### 2.4 Manfaat dan Fungsi Jamban Keluarga
- Jamban berfungsi sebagai pengisolasi tinja dari lingkungan. Jamban yang baik dan memenuhi syarat kesehatan akan menjamin beberapa hal [16], yaitu :
1. Melindungi kesehatan masyarkat dari penyakit
 2. Melindungi dari gangguan estetika, bau dan penggunaan saran yang aman
 3. Bukan tempat berkembangnya serangga sebagai vektor penyakit
 4. Melindungi pencemaran pada penyediaan air bersih dan lingkungan
- #### 2.5. Standar Jarak Septic Tank dan Sumur
- Terkait dengan keberadaan septic tank sebagai penampungan tinja, maka harus juga diperhatikan jarak terhadap sumber air bersih, dimana ada standar atau kriteria terkait dengan jarak, hal ini untuk mencegah terkontaminasinya sumber air bersih dari air tinja seperti diketahui bahwa tinja mengandung bakteri bakteri *coliform* yang terdapat dalam septic tank [17]. Pada umumnya dapat dikatakan jarak yang aman antara septic tank dengan sumber air (sumur gali) tidak kurang dari 10 sampai 15 meter dan diusahakan agar letaknya tidak berada di bawah tempat-tempat sumber pengotoran [18].
- Sedangkan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2916-1992 tentang Spesifikasi Sumur Gali untuk Sumber Air Bersih, bahwa jarak horizontal sumur ke arah hulu dari aliran air tanah atau sumber pengotoran (bidang resapan/tangki *septic*

tank) lebih dari 11 meter. Jarak aman antara Lubang Kakus dengan Sumber Air Minum dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain [19] :

1. Topografi tanah: Topografi tanah dipengaruhi oleh kondisi permukaan tanah dan sudut kemiringan tanah.
2. Faktor hidrologi: yang termasuk dalam faktor hidrologi antara lain Kedalaman air tanah, Arah dan kecepatan aliran tanah, Lapisan tanah yang berbatu dan berpasir. Pada lapisan jenis ini diperlukan jarak yang lebih jauh dibandingkan dengan jarak yang diperlukan untuk daerah yang lapisan tanahnya terbentuk dari tanah liat.
3. Faktor Meteorologi: di daerah yang curah hujannya tinggi, jarak sumur harus lebih jauh dari kakus.
4. Jenis mikroorganisme: Karakteristik beberapa mikroorganisme ini antara lain dapat disebutkan bahwa bakteri patogen lebih tahan pada tanah basah dan lembab. Cacing dapat bertahan pada tanah yang lembab dan basah selama 5 bulan, sedangkan pada tanah yang kering dapat bertahan selama 1 bulan.
5. Faktor Kebudayaan: Terdapat kebiasaan masyarakat yang membuat sumur tanpa dilengkapi dengan dinding sumur.
6. Frekuensi Pemompaan: Akibat makin banyaknya air sumur yang diambil untuk keperluan orang banyak, laju aliran tanah menjadi lebih cepat untuk mengisi kekosongan.

3. Metodologi Penelitian

Metode Penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan survey langsung ke lapangan, yang mana dari survey itu diperoleh beberapa data termasuk bisa melihat secara langsung kondisi lapangan, Pengumpulan data dilakukan dengan mendatangi rumah satu persatu, dimana komponen fisik yang dilihat difokuskan pada kamar mandi serta fasilitas penunjangnya.

4. Pembahasan

Dalam teknik sipil salah satu bidang yang saat ini menjadi sorotan adalah masalah kesehatan

lingkungan, masalah tingginya tingkat kesadaran akan pentingnya jamban atau WC dalam sebuah rumah. Masih banyak rumah di banyak daerah yang tidak memiliki jamban atau WC, mereka memiliki rumah tetapi tidak memiliki jamban yang sesuai dengan standar yang dipersyaratkan. Mereka membuang hajat dengan menumpang di rumah tetangganya, atau di kebun, bahkan yang masih memiliki kebun maka mereka akan memilih kebun sebagai sarana untuk buang air besar mereka. Bagi mereka yang memiliki lahan, maka mereka akan membuat WC dengan dilengkapi dengan *septic tank* yang tentunya akan memakan banyak tempat sekaligus biaya yang tidak sedikit.

Tidak sedikit juga yang melakukan buang air besar ini di WC umum yang mana WC umum ini terhubung langsung dengan kali atau sungai yang mengalir seperti yang banyak terdapat di daerah-daerah dengan air sungai yang mengalir dengan deras. Penggunaan WC umum ini tentunya bukan juga tanpa kendala, karena perlu tempat untuk penampungan dan juga yang luas untuk WC umum itu sendiri.

Seperti kita lihat di daerah Jonggol kabupaten Bogor ini, banyak sekali rumah yang tidak mempunyai WC, padahal lahan yang tersedia masih sangat luas belum lagi juga kendala masih adanya sumur warga yang terdapat diluar, dimana ini tentunya menyulitkan dari pada pembuatan WC itu sendiri, belum lagi tidak adanya saluran drainase dari setiap rumah.

Desa Weninggalih merupakan salah satu desa di Kecamatan Jonggol Kabupaten Bogor Jawa Barat yang terletak pada titik koordinat 107.094601 BT / -6.461238 LS, dengan tipologi persawahan. Jumlah KK sebanyak 1513 dengan komposisi Perempuan 2.252 dan laki laki 2263 dengan total 4515. Rata rata pekerjaan penduduk setempat bertani dan berkebun dengan jumlah lahan garapan persawahan 70.022 Ha dan Perkebunan 600 Ha [20].

Dari data yang diperoleh ada sekitar 500 KK lebih yang rumahnya belum memiliki jamban keluarga, mereka masih melakukan buang air besar di sungai, kebun, atau juga menumpang

ke rumah tetangga, dari hasil pemantauan di lapangan, hal ini terjadi dikarenakan masih kurangnya kesadaran dari para penduduk, disamping factor ekonomi yang mana desa weninggalih ini adalah masuk dalam kategori desa tertinggal. Berikut adalah gambaran lingkungan di Desa Weninggalih, Kecamatan Jonggol [21]. Berikut gambaran lokasi Desa Weninggalih, Kecamatan Jonggol, Kabupaten Bogor.



Gambar 4 Kondisi Lingkungan Perumahan



Gambar 5. Kondisi Lingkungan



Gambar 6. Kondisi Rumah



Gambar 7. Kondisi Sanitasi lingkungan



Gambar 8. Kondisi Sanitasi lingkungan dengan sumur terbuka



Gambar 9. Kondisi lingkungan yang bersebelahan dengan kandang ternak peliharaan



Gambar 10. Kondisi lingkungan yang bersebelahan dengan kandang ternak peliharaan



Gambar 11. Kondisi rumah bersebelahan kandang ternak peliharaan



Gambar 12. Kondisi lingkungan rumah yang cenderung kurang sehat



Gambar 13. Kondisi lingkungan rumah dengan kandang hewan di belakang



Gambar 14. Kondisi lingkungan

Dari berbagai sajian gambar yang ada dan hasil kunjungan dilapangan, dapat disampaikan bahwa kondisi rumah yang ada di di desa Weninggalih Kecamatan Jonggol Kabupaten Bogor ini dapat dikatakan kurang layak huni, banyak sekali masalah yang harus diperbaiki seperti konstruksi dari pada rumah yang masih berlantai tanah sehingga cenderung rumah berhawa lembab sehingga tidak baik bagi kesehatan, dinding yang masih menggunakan bilik ini juga tidak baik dikarenakan udara dari luar akan dengan mudah masuk termasuk juga berbagai hewan kecil, tidak adanya fasilitas ventilasi yang baik untuk sebuah rumah, atap yang cenderung rendah, sehingga berakibat pada kondisi kesehatan yang kurang baik, kemudian tidak adanya kamar mandi yang layak sesuai dengan standar dari Kementerian Kesehatan dimana WC atau kamar mandi itu harus bebas dari berbagai kotoran yang tentunya akan mencemari, termasuk didalamnya tersedianya tampungan untuk air limbah (*septictank*), dimana *septictank* ini diperlukan untuk menampung berbagai kotoran yang dihasilkan oleh manusia, belum lagi tidak adanya saluran drainase yang terhubung dengan rumah. belum lagi masih banyak yang menggunakan air dalam bentuk sumur di luar rumah yang sangat tidak memenuhi kelayakan dari sisi kesehatan.

Mengingat sangat banyak hal yang haurs diperbaiki maka sangat perlunya dilakukan sosialisasi terkait dengan penataan lingkungan yang baik, termasuk bagaimana membuat rumah sehat yang memenuhi kaidah atau standar yang ada

5. Kesimpulan dan saran

Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan dapat disimpulkan bahwa rumah yang berada di desa Weninggalih masih sangat jauh dari kata layak. Hal ini bisa dilihat dari konstruksi dari pada rumah yang masih berlantai tanah sehingga cenderung rumah berhawa lembab sehingga tidak baik bagi kesehatan, dinding yang masih menggunakan bilik ini juga tidak baik dikarenakan udara dari luar akan dengan mudah masuk termasuk juga berbagai hewan kecil, tidak adanya fasilitas ventilasi yang baik untuk sebuah rumah, atap yang cenderung rendah, sehingga berakibat pada kondisi kesehatan yang kurang baik, kemudian tidak adanya kamar mandi yang layak.

Dari hasil pemantauan ini, kami coba memberikan rekomendasi untuk aparat Desa Weninggalih untuk bagaimana upaya memperbaiki kondisi lingkungan rumah yang bisa dimulai dari penataan lingkungan rumah seperti membersihkan rumput yang tumbuh disekitar lingkungan rumah supaya kesan kurang terawat bisa dihilangkan, juga perbaikan pada fasilitas sanitasi disetiap rumah dari warga di Desa Weninggalih, termasuk membuat jamban disetiap rumah, membuat saluran drainase dan juga sumur resapan untuk mereduksi limbah rumah tangga, termasuk memberikan jarak ruang antara rumah dengan kandang hewan ternak, dimana dengan ada nya perbaikan dari rumah warga Desa Weninggalih diharapkan kondisi kesehatan dan juga perekonomian dari warga Desa Weninggalih menjadi lebih baik

Ucapan Terima Kasih

Pada bagian ini mengucapkan terima kasih kepada kepala desa Weninggalih Kecamatan Jonggol Kabupaten Bogor Jawa Barat Bapak Mamat Rahmat, S.T. yang sudah memberikan kesempatan kepada kami untuk berkunjung ke desa Weninggalih, juga untuk Universitas Muhammadiyah Aceh yang telah memberikan kami kesempatan sehingga tulisan ini bisa diterbitkan.

Daftar Pustaka

- [1] H. Mukono, *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press, 2006.
- [2] F. Juniaty Simatupang, T. Wuryandari, and S. Suparti, "Klasifikasi Rumah Layak Huni Di Kabupaten Brebes Dengan Menggunakan Metode Learning Vector Quantization Dan Naive Bayes," *J. Gaussian*, vol. 5, no. 1, pp. 99–111, Jan. 2016.
- [3] A. Azwar, *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*, Cet.3. Mutiara, 1983.
- [4] Orthinus Ferdinando Samfar Kawer, M. Baiquni, Yeremias T. Keban, and A. Subarsono, "Implementasi Kebijakan Pembangunan Rumah Layak Huni Dengan Pendekatan Hibrida Di Kabupaten Supiori Provinsi Papua," *Sosiohumaniora*, vol. 20, no. 3, pp. 245–253, Nov. 2018.
- [5] J. Krieger and D. L. Higgins, "Housing and Health: Time Again for Public Health Action," *Am. J. Public Health*, vol. 92, no. 5, p. 758, 2002.
- [6] Ronitawati, "Edukasi Bekal Sehat Berdasarkan Prinsip Gizi Seimbang Dengan Media 'Isi Bekalku' Pada Siswa Sekolah Dasar," *JMM (Jurnal Masy. Mandiri)*, 2020.
- [7] D. R. Ayuningtyas, Budiyo Budiyo, and N. A. Y. Dewanti, "Gambaran Sanitasi Lingkungan di Puskesmas Tenganan Kabupaten Semarang Tahun 2016-2018," *MEDIA Kesehat. Masy. Indones.*, vol. 19, no. 2, pp. 170–176, Apr. 2020.
- [8] B. Winarno and B. Winarno, "Evaluasi Program Penyediaan Rumah Layak Huni Bagi Masyarakat Miskin Di Kabupaten Belitung," *J. Pengemb. Kota*, vol. 6, no. 1, pp. 66–74, Jul. 2018.
- [9] A. M. Azzahra, "Makalah Rumah Sehat," <http://adeliamihrubbyazzahra.blogspot.com/>, 2015. [Online]. Available: <http://adeliamihrubbyazzahra.blogspot.com/2015/10/makalah-rumah-sehat.html>. [Accessed: 20-May-2022].
- [10] Sarimah, "Pelaksanaan Pembangunan Dalam Program Bantuan Rumah Tidak Layak Huni (RTLH) Kelurahan Karas Kecamatan Galang Kota Batam," Universitas Maritim Raja Ali Haji, 2016.
- [11] H. Kusnanto and S. Widiati, *Planet Kita Kesehatan Kita : Laporan komisi WHO mengenai kesehatan dan lingkungan | Perpustakaan FIS*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2001.
- [12] H. Kusnoputranto, *Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: FKM-UI, 2000.
- [13] L. Apriyanti, B. Widjanarko, and B. Laksono, "Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pemanfaatan Jamban Keluarga di Kecamatan Jatibarang Kabupaten Brebes," *J. Promosi Kesehat. Indones.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–14, Nov. 2018.
- [14] N. K. Nisa and R. V. Salomo, "Keterlibatan Masyarakat dalam Program Rumah Tidak Layak Huni (RTLH) di Desa Pabedilankulon Kecamatan Pabedilan Kabupaten Cirebon," *JPSI (Journal Public Sect. Innov.)*, vol. 4, no. 1, pp. 1–7, Nov. 2019.
- [15] Indonesian-publichealth.com, "Pengertian dan Standar Jamban Sehat," *indonesian-publichealth*,

2014. [Online]. Available: <http://www.indonesian-publichealth.com/syarat-jamban-keluarga/>. [Accessed: 20-May-2022].
- [16] I. Entjang, *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Bandung: PT. Citra Aditya Bakti, 2000.
- [17] M. R. Sapulete, "Hubungan Antara Jarak Septic Tank Ke Sumur Gali Dan Kandungan Escherichia Coli Dalam Air Sumur Gali Di Kelurahan Tuminting Kecamatan Tuminting Kota Manado," *J. BiomedikJBM*, vol. 2, no. 3, Mar. 2010.
- [18] H. M. Tanjung, *Syarat-syarat Rumah Sehat*. Jakarta: Letupan- Indonesia, 2005.
- [19] H. Mulyandari and D. A. Asyifa, "UJI Kelayakan Tanah Pada Perencanaan Septic Tank Komunal Di Lahan Berkontur Permukiman Bantaran Sungai Kota Yogyakarta," *Inersia J. Tek. Sipil dan Arsit.*, vol. 15, no. 2, pp. 23–30, Dec. 2019.
- [20] Kecamatan Jonggol, "Kecamatan Jonggol," <https://kecamatanjonggol.bogorkab.go.id/pages/728>, 2020. [Online]. Available: <https://kecamatanjonggol.bogorkab.go.id/pages/728>.
- [21] Desa Jonggol, "Desa Jonggol," <http://jonggol-jonggol.desa.id/>, 2020. [Online]. Available: <http://jonggol-jonggol.desa.id/>.



Analisis Hujan Ekstrim *Probable Maximum Precipitation* (PMP) menggunakan metode *Hersfield* dan Perhitungan Debit Banjir (Studi Kasus: Sungai Kluet Utara Kabupaten Aceh Selatan)

¹Akmal, ²Yulia, ³Aris Aranda

¹²³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Aceh

¹akmal@unmuha.ac.id, ²yulia@unmuha.ac.id, ³ariesaranda445@gmail.com

Abstract

Extreme rain is rain with the lowest intensity of 50 mm/24 hours or 20 mm/hour. River is an elongated surface water flow and flows from a higher place (upstream) to a lower place (downstream). The area of Kluet is 1429.93 km and the area of Kluet River is 163.51 km² and the length of the river is 68.26 km. The problem is that Kluet Utara River experiences high rainfall, resulting in overflows that flatten agricultural land and submerge residential areas. The purpose of the study was to calculate the planned return period rainfall, analyze the PMP (probable Maximum Precipitation) value and analyze the flood discharge to evaluate the PMF (Probable Maximum Flood) value and the return flood discharge. The benefits of this research are used to see the PMF value and return period rainfall to analyze the frequency of flooding Kluet Utara Watershed (DAS). The scope of the research was to calculate rainfall and flood discharge in Kluet Utara Watershed and secondary data which includes 10 years rainfall data obtained from BMKG (Meteorology, Climatology and Geophysics Agency) Indrapuri Aceh Besar and watershed maps obtained from PT. Mediatama Indoconsult. Processing of rainfall data on return period used Log Pearson III Method and PMP used Hersfield Method while calculating the planned flood discharge using Melchior Method. The results of the research is the rainfall value for the return period for the lowest rainfall in the 2 year return period is as high as 211,836 mm and the highest rainfall for the 1000 year return period is 566,239 mm, so that the flood discharge plan for the return period for the lowest flood discharge in the 2 year return period is equal to 2061,342 m³/s and the highest flood discharge at the 1000 year return period is 5510,490 m³/s. The PMP value was obtained at 2128,432 mm so that the PMF was obtained at 20714,772 m³/s. Log Pearson III and PMP methods can be used to calculate the rainfall in Kluet Utara and the results from the rainfall are used to calculate the planned flood discharge using Melchior Method.

Keywords: Rainfall, Flood Discharge, Log Pearson III, Hersfield, Melchior

Abstrak

Hujan ekstrim adalah hujan dengan intensitas paling rendah 50 mm/24 jam atau 20 mm/jam. Sungai merupakan suatu aliran air permukaan berbentuk memanjang dan mengalir dari tempat yang lebih tinggi (hulu) ke tempat yang lebih rendah (hilir) terbentuk secara alami. Luas daerah Kluet adalah 1429,93 km² serta luas Sungai Kluet adalah 163,51 km² dan panjang sungai 68,26 km. Permasalahan Sungai Kluet Utara mengalami curah hujan tinggi, sehingga mengakibatkan luapan sehingga meratakan lahan pertanian serta merendam pemukiman warga. Tujuan penelitian untuk menghitung curah hujan rencana kala ulang, menganalisis nilai PMP (Probable Maximum Precipitation) dan menganalisis debit banjir untuk mengevaluasi nilai PMF (Probable Maximum Flood) dan debit banjir kala ulang. Manfaat penelitian ini digunakan untuk melihat nilai PMF dan curah hujan kala ulang untuk menganalisis frekuensi banjir di Daerah Aliran Sungai (DAS) Kluet Utara. Ruang lingkup penelitian menghitung curah hujan dan debit banjir pada DAS Kluet Utara dan data sekunder yang meliputi data curah hujan 10 tahun diperoleh dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) Indrapuri Aceh Besar serta peta DAS diperoleh dari PT. Mediatama Indoconsult. Pengolahan data curah hujan kala ulang menggunakan dengan Metode Log Pearson III dan PMP menggunakan Metode Hersfield sedangkan menghitung debit banjir rencana menggunakan Metode Melchior. Hasil penelitian yaitu nilai curah hujan kala ulang untuk curah hujan terendah pada kala ulang 2 tahun setinggi 211,836 mm dan curah hujan tertinggi pada kala ulang 1000 tahun setinggi 566,239 mm, sehingga didapat debit banjir rencana kala ulang untuk debit banjir terendah pada kala ulang 2 tahun sebesar 2061,324 m³/det dan debit banjir tertinggi pada kala ulang 1000 tahun sebesar 5510,490 m³/det. Nilai PMP didapat 2128,432 mm sehingga PMF didapat 20714,772 m³/det. Metode Log Pearson III dan PMP dapat digunakan menghitung curah hujan Kluet Utara dan hasil dari curah hujan digunakan untuk menghitung debit banjir rencana menggunakan Metode Melchior.

Kata kunci: Curah Hujan, Debit Banjir, Log Pearson III, Hersfield, Melchior.

1. Pendahuluan

Sungai merupakan suatu aliran air permukaan yang berbentuk memanjang dan mengalir dari tempat yang lebih tinggi (hulu) ke tempat yang lebih rendah (hilir) terbentuk secara alami. Karena sungai terbentuk secara alami dan memiliki fungsi untuk mengalirkan air dan penampang curah hujan, maka sungai sering disebut drainase alam. Hujan ekstrim adalah hujan dengan intensitas paling rendah 50 mm/24 jam atau 20 mm/jam. Terjadinya banjir/peluapan dapat dibedakan oleh beberapa macam, yaitu debit terlalu besar atau kapasitas pengaliran sungai berkurang. Hal ini dapat terjadi oleh gejala alamiah atau akibat kekurangan perhatian kegiatan manusia dalam melakukan pembinaan/pengelolaan sungai untuk berbagai kepentingan.

Kluet Utara terdapat di Kabupaten Aceh Selatan dengan luas wilayah Kabupaten Aceh Selatan mencapai 4173,82 km² atau 417382 ha. Kluet sendiri memiliki luas daerah 1429,93 km² serta DAS (Daerah Aliran Sungai) Kluet memiliki luas sungai seluas 163,51 km² dan panjang sungai sepanjang 68,26 km. Sungai Kluet saat ini juga menjadi bencana bagi masyarakat. Betapa tidak, sejak tahun 2017 silam, setiap curah hujan yang tinggi, maka akan mengakibatkan luapan sungai yang meratakan lahan pertanian serta merendam pemukiman warga [1].

Tujuan dari penelitian adalah untuk menghitung curah hujan rencana pada periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 dan 1000 tahun yang akan datang menggunakan Metode Log Pearson III, menganalisis besarnya nilai PMP (Probable Maximum Precipitation) dengan menggunakan Metode Hersfield dan menganalisis debit banjir menggunakan Metode Melchior untuk mengevaluasi besarnya nilai PMF (Probable Maximum Flood) dan debit banjir rancangan pada berbagai kala ulang (2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 dan 1000 tahun) pada DAS Kluet Utara yang terdapat di Kabupaten Aceh Selatan. Manfaat penelitian ini dapat digunakan untuk melihat Curah Hujan Maksimum dan kala ulang yang dapat digunakan untuk menganalisis frekuensi banjir di Daerah Aliran Sungai Kluet Utara.

Berdasarkan hasil pengolahan data nilai curah hujan yang didapat pada Metode Log Pearson Tipe III adalah 211,836 mm (periode ulang 2 tahun), 265,461 mm (periode ulang 5 tahun), 301,995 mm (periode ulang 10 tahun), 349,945 mm (periode ulang 25 tahun), 387,258 mm (periode ulang 50 tahun), 425,598 mm (periode ulang 100 tahun), 465,586 mm (periode ulang 200 tahun), 566,239 mm (periode ulang 1000 tahun).

Perhitungan PMP (curah hujan maksimum yang mungkin terjadi) pada DAS Kluet adalah 2128,432 mm. Metode PMP digunakan hanya untuk menghitung curah hujan maksimum, hasil dari PMP digunakan untuk menghitung PMF.

Perhitungan curah hujan kala ulang Metode Melchior digunakan nilai curah hujan kala ulang Metode Log Pearson Tipe III sedangkan perhitungan PMF digunakan nilai PMP Metode Hersfield. Dapat disimpulkan bahwa dari hasil yang telah didapatkan maka metode curah hujan digunakan untuk melihat ketinggian maksimum atau pun kala ulang yang akan datang dan dapat digunakan untuk dalam mengevaluasi debit banjir maksimum atau kala ulang di Sungai Kluet Utara Aceh Selatan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Hujan

Hujan merupakan salah satu bentuk presipitasi uap air yang berasal dari alam yang terdapat di atmosfer. Bentuk presipitasi lainnya adalah salju dan es. Hujan berasal dari uap air di atmosfer, sehingga bentuk dan jumlahnya dipengaruhi oleh faktor klimatologi seperti angin, temperatur dan tekanan atmosfer. Uap air tersebut akan naik ke atmosfer sehingga mendingin dan terjadi kondensasi menjadi butir-butir air dan kristal-kristal es yang akhirnya jatuh sebagai hujan. Hujan yang sampai ke permukaan tanah dapat diukur dengan jalan mengukur tinggi air hujan tersebut dengan berdasarkan volume air hujan per satuan luas. Hasil dari pengukuran tersebut dinamakan dengan curah hujan [2].

Hujan sering dibedakan menurut faktor penyebab pengangkatan yang menyebabkannya. Tipe-tipe Presipitasi diantaranya yaitu, Hujan Siklonik, Hujan

Frontal, Hujan Gelombang-Udara Panas, Hujan Konvektif dan Hujan Orografik. Hujan Orografik yang dihasilkan dari pengangkatan mekanis diatas rintangan-rintangan pegunungan. Di daerah yang tidak datar, pengaruh orografik begitu menonjol sehingga pola hujan badai cenderung menyerupai pola hujan tahunan rata-rata. Akibat iklim yang ekstrim maka curah hujan menjadi tidak signifikan. Hal itulah yang menyebabkan pola hujan tahunan rata-rata juga menjadi tidak signifikan [2].

2.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai atau DAS adalah tempat atau kawasan berkumpulnya dari air hujan yang jatuh, sehingga DAS menerima, menyimpan dan mengalirkan air hujan diatas sungai. Selain itu daerah aliran sungai ini adalah tempat yang mengalami siklus hidrologi yaitu perjalanan air dari permukaan laut sampai ke atmosfer, kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi kelaut yang tidak pernah berhenti dan tertahan di sungai, danau atau waduk, dan di dalam tanah sehingga dimanfaatkan oleh makhluk hidup [3].

Daerah Aliran Sungai adalah daerah yang dibatasi oleh punggung gunung atau pegunungan di mana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama. Pada suatu titik stasiun yang ditinjau dan ditentukan dengan menggunakan peta topografi yang dilengkapi dengan garis-garis kontur. Air hujan yang jatuh di dalam DAS akan mengalir menuju Sungai utama yang ditinjau sedangkan yang jatuh di luar DAS akan mengalir ke sungai lain di sebelahnya luas dan diperkirakan dengan mengukur daerah itu pada peta topografi luas DAS sangat berpengaruh terhadap debit Sungai pada umumnya semakin besar dan semakin besar jumlah limpasan permukaan sehingga semakin besar pula aliran permukaan atau debit sungai [2].

Daerah aliran sungai atau DAS menunjukkan suatu luasan yang berkontribusi pada aliran permukaan. Batas DAS merupakan batas wilayah imajiner yang dibatasi oleh punggung-punggung pegunungan. Air mengalir dari bagian hulu DAS melalui anak-anak sungai ke sungai utama sampai akhirnya

keluar melalui satu outlet. Outlet merupakan titik terendah di dalam batas DAS. Luas DAS sangatlah relatif tergantung dari luas daerah tangkapan hujan (catchment area) yang berkontribusi menghasilkan aliran air. Luas DAS dapat mencapai beberapa kilometer persegi hingga ratusan kilometer persegi. Satu DAS dapat hanya mencakup wilayah di dalam satu desa, tetapi dapat juga mencakup beberapa kabupaten, beberapa wilayah provinsi bahkan beberapa negara. Input utama atau air yang mengalir di dalam DAS berasal dari hujan yang jatuh di berbagai tempat dalam DAS. Hujan tersebut diukur oleh jaringan alat ukur (stasiun hujan) yang terpasang di dalam wilayah DAS. Hujan rerata DAS ditentukan berdasarkan data hujan yang terekam dari sejumlah stasiun. Hujan digunakan untuk mewakili input ke dalam DAS sementara debit digunakan untuk menggambarkan output dari sistem DAS. Karakteristik hujan yang terjadi, bentuk dan kerapatan jaringan sungai, karakteristik DAS, dan faktor lain akan berpengaruh terhadap karakteristik debit yang keluar dari DAS [3].

2.3 PMP (*Probable Maximum Precipitation*)

PMP (*Probable Maximum Precipitation*) didefinisikan sebagai hujan maksimum boleh jadi di suatu pos hujan untuk durasi tertentu. PMP juga merupakan besaran hujan rancangan terbesar yang dapat digunakan untuk menyelamatkan bangunan hidrolik yang mengandung resiko besar. Nilai PMP (*Probable Maximum Precipitation*) akan digunakan untuk menghitung nilai PMF (*Probable Maximum Flood*) [4].

2.4 PMF (*Probable Maximum Flood*)

PMF (*Probable Maximum Flood*) adalah banjir maksimum yang mungkin dapat terjadi di suatu daerah dengan durasi tertentu. Sasaran utama dari analisis hidrologi adalah menetapkan nilai rancangan debit sungai pada lokasi tertentu dengan tingkat resiko yang dapat diterima, sesuai dengan tingkat kerugian yang mungkin dialami. Untuk merancang bangunan dengan resiko bencana besar, khususnya jika menyangkut korban jiwa manusia, diinginkan debit rancangan tanpa

resiko gagal sama sekali. Debit rancangan tersebut adalah PMF (Probable Maximum Flood) atau Banjir Maksimum Boleh Jadi (BMB). PMF (*Probable Maximum Flood*) dihitung berdasarkan hasil perhitungan PMP (*Probable Maximum Precipitation*). Jika data debit maksimum terbesar untuk suatu DAS dapat diamati dan diukur, maka perhitungan PMP (*Probable Maximum Precipitation*) menjadi sederhana [4].

2.5. Perhitungan Curah Hujan

Perhitungan curah hujan digunakan untuk meramal besarnya hujan dengan periode ulang tertentu. Berdasarkan curah hujan rencana tersebut kemudian dicari intensitas hujan yang digunakan untuk mencari debit banjir rencana. Untuk meramal curah hujan rencana dilakukan dengan analisis frekuensi data hujan [5]. Ada beberapa metode analisis frekuensi yang dapat digunakan yaitu:

1. Harga Rata-rata

$$\sum X = \sum X_i / n \quad (1)$$

Dimana:

$\sum X$ = Jumlah nilai rata-rata

$\sum X_i$ = Jumlah nilai variant

n = Lamanya pengamatan

2. Standar Deviasi (S)

$$S_{log} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log X)^2}{n-1}} \quad (2)$$

Dimana:

S_{log} = Standar Deviasi

$\log X$ = Nilai log rata-rata.

n = lamanya pengamatan

3. Koefisien Skewness (CS)

$$CS = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - X)^3 \quad (3)$$

Dimana:

CS = koefisien kemencengan

$\log X_i$ = Nilai log variat

$\log X$ = Nilai log rata-rata

S = Standar Deviasi

n = lamanya pengamatan

4. Metode Log Pearson III

$$\log X_T = \log X + (K \times S \log) \quad (4)$$

Dimana:

$\log X_T$ = Curah hujan rencana untuk periode ulang tahun (dalam bentuk log)

$\log X$ = Harga rata – rata (mm)

$S \log$ = Deviasi standar

K = Variable standar Log Pearson type III

$$X_T = n^{\log X_T} \quad (5)$$

Dimana:

X_T = Curah hujan rencana untuk periode ulang tahun (mm)

$\log X_T$ = Curah hujan rencana untuk periode ulang tahun (dalam bentuk log)

n = Lamanya pengamatan.

2.6 Metode *Hersfield*

Metode *Hersfield* merupakan prosedur statistic yang digunakan untuk memperkirakan nilai hujan maksimum boleh jadi. Metode ini digunakan untuk kondisi dimana data meteorologi sangat kurang atau perlu perkiraan secara cepat. Metode *Hersfield* sangat sesuai dihitung untuk DAS yang luasnya < 1000 km²

1. Menghitung nilai $\sum X_i$, $\sum X$, $\sum X^2$,

$$\sum X_i = X_{i1} + X_{i2} + (\text{terusan}) \quad (6)$$

Dimana:

$\sum X_i$ = Perjumlahan nilai curah hujan maksimum harian (mm).

X_i = Curah hujan maksimum harian (mm).

$$\sum X = \sum X_i / n_1 \quad (7)$$

Dimana:

$\sum X$ = Rata-rata nilai curah hujan maksimum harian (mm).

$\sum X_i$ = Perjumlahan nilai curah hujan maksimum harian (mm).

n = Jumlah data

$$\sum X^2 = \sum X_i - X_{i\text{besar}} \quad (8)$$

Dimana:

$\sum X^2$ = Perjumlahan nilai curah hujan maksimum harian dikurangi data Terbesar (mm).

$\sum X_i$ = Perjumlahan nilai curah hujan maksimum harian (mm).

$X_{i\text{besar}}$ = Nilai curah hujan maksimum harian terbesar (mm).

2. Menghitung nilai X_n dan X_{n-m}

$$X_n = \sum X_i / n_1 \quad (9)$$

Dimana:

X_n = Rata-rata hujan harian maksimum tahunan (mm).
 $\sum X_i$ = Perjumlahan nilai curah hujan maksimum harian (mm).
 n = Jumlah data.

$$X_{n-m} = \sum X_2 / n_2 \quad (10)$$

Dimana:

X_n = Rata-rata hujan harian maksimum tahunan (mm)
 X_{n-m} = Rata-rata hujan maksimum tahunan tanpa nilai maksimum (mm)
 n_2 = Jumlah data dikurang satu.
 $\sum X_2$ = Perjumlahan nilai curah hujan maksimum harian dikurangi data terbesar (mm).

3. Menghitung nilai Standar Deviasi (S_n) dan Standar Deviasi tanpa nilai max (S_{n-m})

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (11)$$

Dimana:

S_n = Standar deviasi.
 S_{n-m} = Standar deviasi tanpa nilai maksimum.
 n = Jumlah data

$$S_{n-m} = S_n - (X_{n-m} / X_n) \quad (12)$$

Dimana:

S_{n-m} = Standar deviasi tanpa nilai maksimum.
 S_n = Standar deviasi.
 X_{n-m} = Rata-rata hujan harian maksimum tahunan tanpa nilai maksimum.

4. Faktor Penyesuaian Rata-rata Terhadap Pengamatan (X_{n2}) dan Faktor Penyesuaian Standar Deviasi (S_{n2})

$$X_{n2} = X_{n-m} / X_n \quad (13)$$

Dimana:

X_{n2} = Faktor penyesuaian rata-rata terhadap pengamatan.
 X_{n-m} = Rata-rata hujan harian maksimum tahunan tanpa nilai maksimum.
 X_n = Rata-rata hujan harian maksimum tahunan.

$$S_{n2} = S_{n-m} / S_n \quad (14)$$

Dimana

S_{n2} = Faktor penyesuaian standar deviasi.
 S_{n-m} = Standar deviasi tanpa nilai maksimum.
 S_n = Standar deviasi.

5. Menghitung Nilai Rata-rata Terkoreksi (X_{nc}) dan Nilai Standar Deviasi Terkoreksi (S_{nc})

$$X_{nc} = X_{n-m} \cdot X_{n2} \cdot X_F \quad (15)$$

Dimana:

X_{nc} = Nilai rata-rata terkoreksi (mm)
 X_{n-m} = Nilai rata-rata tanpa nilai max
 X_{n2} = Faktor penyesuaian rata-rata terhadap pengamatan (mm)
 X_F = Faktor penyesuaian rata-rata terkoreksi 10 tahun.

$$S_{nc} = S_{n-m} \cdot S_{n2} \cdot S_F \quad (16)$$

Dimana:

S_{nc} = Nilai standar deviasi terkoreksi.
 S_{n-m} = Nilai rata-rata tanpa nilai max.
 S_{n2} = Faktor penyesuaian rata-rata terhadap Standar Deviasi
 S_F = Faktor penyesuaian standar deviasi 10 tahun.

6. Menghitung Nilai PMP (X_{pmax})

$$X_{pmax} = (X_{nc} + (K_m \times S_{nc})) \times 1.13 \quad (17)$$

Dimana:

X_{pmax} = Curah Hujan Maksimum yang mungkin terjadi
 X_{nc} = Nilai Rata-rata Terkoreksi (mm)
 K_m = Variabel Statistik.
 S_{nc} = Nilai standar deviasi terkoreksi.

2.7 Perhitungan Debit Banjir

Debit banjir rencana adalah debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang (rata-rata) yang sudah ditentukan yang dapat dialirkan tanpa membahayakan proyek irigasi dan stabilitas bangunan-bangunannya. Debit banjir rencana ditetapkan dengan cara menganalisis debit puncak, dan biasanya dihitung berdasarkan hasil pengamatan harian tinggi muka air.

2.8 Metode Melchior

Metode Melchior yang digunakan dalam perhitungan debit banjir pada wilayah Kluet

Utara karena metode ini cocok untuk perhitungan sungai seluas 163,510 km². Menghitung besarnya debit dengan Metode Melchior harus mengikuti langkah-langkah perhitungan seperti menentukan nilai koefisien pengaliran (α), menentukan koefisien reduksi (β), menentukan intensitas hujan (I), menghitung Debit Banjir Rencana (Q) untuk suatu daerah pengaliran.

1. Koefisien Pengaliran (α)

Melchior menetapkan koefisien pengaliran (α) sebagai angka perbandingan antara limpasan dan curah hujan total, yang besarnya tergantung dari kemiringan, vegetasi, keadaan tanah, temperature angin penguapan dan lama hujan pada umumnya koefisien pengaliran ini bernilai antara 0,42 - 0,62

2. Kemiringan Rata-rata Sungai (S)

$$S = H / 0,9 \times L \quad (18)$$

Dimana:

S = kemiringan rata-rata sungai.

H = Beda tinggi antara tinggi titik pengamatan dan titik terjauh sungai (Km).

L = Panjang Sungai.

3. Kecepatan Rata-rata Aliran (V)

$$Q = \beta_1 \times I_{Coba} \times F \quad (19)$$

Dimana:

Q = Debit banjir (m³/detik)

β = Koefisien reduksi

I_{Coba} = Intensitas curah hujan (m³/detik/km²)

F = Luas elips yang mengelilingi daerah aliran sungai (km²)

$$V = 1,31 \times (Q \times S^2)^{0,2} \quad (20)$$

Dimana:

V = kecepatan rata-rata aliran (m/detik)

Q = Debit Banjir (m³/detik)

S = kemiringan rata-rata sungai

4. Waktu Konsentrasi (t_c):

$$t_c = \frac{10 \times L}{36 \times V} \quad (21)$$

Dimana:

t_c = Waktu konsentrasi (jam).

L = Panjang sungai (km)

V = kecepatan rata-rata aliran (m³/detik).

5. Koefisien Reduksi (β);

$$\beta = \beta_1 \times \beta_2 \quad (22)$$

Dimana:

β = Koefisien reduksi

a. Menghitung nilai β_1

$$F_1 = \frac{1}{4} \pi a \times b \quad (23)$$

Dimana:

F = Luas elips yang mengelilingi daerah aliran sungai (km²)

a = Sumbu pendek Elips (km)

b = Sumbu panjang Elips (km)

$$F_2 = \frac{1970}{\beta_1 - 0,12} - 3960 + (1720 \times \beta_1) \quad (24)$$

Dimana:

F = Luas elips yang mengelilingi daerah aliran sungai (Km²)

β = Koefisien reduksi

nilai β_1 dapat kan dengan cara *try and error*. Bisa dikatakan nilai β_1 dapat digunakan jika nilai $F_1 = F_2$.

b. Menentukan nilai β_2

Nilai β_2 ditentukan berdasarkan hubungan antara F dan lama hujan (t_c), dapat dilihat pada lampiran B tabel 2.2 halaman 52.

6. Intesitas Curah Hujan (I)

$$I = \frac{10 \times \beta \times R_{24}}{36 \times t_c} \quad (25)$$

Dimana:

I = Intesitas curah hujan (m³/detik/km²)

R_{24} = Hujan harian (mm)

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

β = Koefisien Reduksi.

7. Debit Banjir (Q)

Rumus Metode Melchior menghitung PMF (*Probable Maximum Flood*) :

$$Q_{pmax} = \alpha \times I \times A \times (X_{pmax} / 200) \quad (26)$$

Dimana:

Q_{pmax} = Debit banjir maksimum kemungkinan terjadi (m³/detik)

α = Koefisien Pengaliran.

I = Intesitas curah hujan (m³/detik/km²).

A = Luas Sungai (m²).

X_{pmax} = Curah hujan maksimum mungkin terjadi (mm).

Rumus Metode Melchior menghitung Debit Banjir Rencana Periode Kala Ulang:

$$Q_T = \alpha \times I \times A \times (R_T / 200) \quad (27)$$

Dimana:

Q_T = Debit banjir rencana periode kala ulang ($m^3/detik$)

α = Koefisien Pengaliran.

I = Intesitas curah hujan ($m^3/detik/km^2$).

A = Luas sungai (m^2).

R_T = Curah hujan rencana periode kala ulang (mm).

3. Metode Penelitian

3.1 Pengumpulan Data

Tahap ini merupakan tahap pengumpulan data yang berhubungan dengan analisa kebutuhan air dan perencanaan instalasi pengolahan air. Beberapa data yang dikumpulkan yaitu:

1. Data curah hujan 10 tahunan (BMKG Indrapuri Aceh Besar);
2. Peta DAS (PT. Mediatama Indoconsult);
3. Peta lokasi (Google Earth);
4. Peta Kabupaten Aceh Selatan (Situs resmi Pemerintah Kabupaten Aceh Selatan);
5. Peta Provinsi Aceh (Situs resmi Pemerintah Aceh).

3.2 Analisis Data

Analisis data merupakan proses pengolahan data yang akan dilakukan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan seperti analisis data-data yang akan dipergunakan untuk menganalisa besar nilai debit banjir dan besar nilai debit banjir.

3.1.1 Pengolahan data

Dalam tahap ini yang dilakukan adalah mengolah data yang sudah didapat untuk dijadikan data awal dalam melakukan analisa dan perhitungan. Perhitungan yang dilakukan berkaitan dengan analisa besar nilai curah hujan kala ulang, curah hujan maksimum mungkin terjadi (PMP), besar nilai debit banjir kala ulang dan debit banjir maksimum mungkin terjadi (PMF) yang akan datang pada sungai Kecamatan Kluet Utara. Untuk mengetahui jumlah besar nilai debit banjir dan besar nilai debit banjir di masa yang akan datang dilakukan analisis menggunakan program Microsoft Excel 2013 dengan

menggunakan data curah hujan maksimum harian dan peta DAS yang telah diperoleh.

3.3.1 Menghitung nilai Dispersi

1. Menghitung jumlah nilai rata-rata ($\sum X$) dan menghasilkan nilai log rata-rata ($\log X$);
2. Menghitung Standar Deviasi (S);
3. Menghitung koefisien kemencengan (C_s).

3.3.2 Menghitung curah hujan rencana kala ulang Metode Log Pearson III

Berikut langkah-langkah perhitungan Curah hujan rencana periode ulang tahun menggunakan Metode Log Pearson III:

1. Menentukan nilai variabel standar (K);
2. Menghitung curah hujan rencana periode ulang (2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 1000) tahun dalam bentuk log ($\log XT$);
3. Setelah nilai curah hujan rencana periode ulang (2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 1000) tahun dalam bentuk log ($\log XT$) didapat maka nilai tersebut akan digunakan untuk menghitung curah hujan rencana periode ulang tahun sebenarnya

3.3.3 Menghitung nilai PMP (Probable Maximum Precipitation).

Perhitungan nilai PMP digunakan Metode Hersfield untuk menghitung PMP. Berikut penjelasannya:

1. Menghitung nilai perjumlahan nilai curah hujan maksimum harian ($\sum X_i$) dan menghitung rata-rata nilai curah hujan maksimum harian ($\sum X$);
2. Menghitung nilai rata-rata hujan harian maksimum tahunan (X_n);
3. Menghitung nilai standar deviasi (S_n);
4. Menghitung faktor penyesuaian rata-rata terhadap pengamatan (X_{n2});
5. Menentukan nilai faktor penyesuaian rata-rata pencatatan 10 tahun (XF) dan faktor penyesuaian standar deviasi pencatatan 10 tahun (SF);
6. Perhitungan nilai PMP (X_{pmax}) untuk nilai Km masih belum diketahui.

3.3.4 Menghitung nilai PMF (Probable Maximum Flood) dan debit banjir kala ulang

Perhitungan nilai PMF dan debit banjir rencana kala ulang metode yang digunakan adalah Metode Melchior karena metode ini

cocok digunakan untuk luas Daerah Aliran Sungai (DAS) yang seluas 163,510 km². Adapun langkah-langkah perhitungan PMF Metode Melchior adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai koefisien pengaliran (α), nilai yang diambil adalah 0,52;
2. Menghitung kemiringan rata-rata sungai (S);
3. Menghitung nilai kecepatan rata-rata aliran (V);
4. Menghitung waktu konsentrasi (tc);
5. Menghitung koefisien reduksi (β);
6. Menghitung intensitas curah hujan (I);
7. Menghitung nilai PMF (Qpmax);
8. Menghitung debit banjir rencana kala ulang (2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 1000) tahun (Qt).

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Perhitungan Curah Hujan Maksimum Harian Rata-rata

Perhitungan curah hujan maksimum harian rata-rata pada curah hujan Sungai Kluet Utara pertama-tama dilakukan pengumpulan data harian hujan yang diperoleh dari data BMKG Indrapuri Aceh Besar, setelah itu dilakukan rekapitulasi hujan harian maksimum per-bulan, setelah didapatkan data harian hujan per-bulan dilakukan pengumpulan data harian hujan per tahun. Nilai curah hujan maksimum dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata Per tahun

Tahun	X ₂₄ (mm)
2009	208
2010	250
2011	149
2012	200
2013	350
2014	274
2015	170
2016	195
2017	184
2018	250
ΣX_{24} (mm)	2230

4.2 Hasil Perhitungan Curah Hujan Maksimum Kala Ulang dengan Metode Log Pearson III

Setelah mendapatkan curah hujan rata-rata dari stasiun yang berpengaruh di daerah aliran sungai, selanjutnya dilakukan perhitungan dispersi yaitu menghitung nilai rata-rata curah hujan maksimum (ΣXi), standar deviasi (S_{log}), koefisien kemencengan (Cs).

Tabel 2. Hasil Perhitungan Dispersi Metode Log Pearson III

Tahun	Xi	Log Xi	logXi-logX	(logXi-logX) ²	(logXi-logX) ³
2009	208	2,318	-0,02	0,001	-0,000
2010	250	2,397	0,03	0,003	0,000
2011	149	2,173	-0,17	0,028	-0,005
2012	200	2,301	-0,04	0,002	-0,000
2013	350	2,544	0,20	0,042	0,009
2014	274	2,438	0,10	0,01	0,001
2015	170	2,230	-0,11	0,019	-0,001
2016	195	2,290	-0,05	0,002	-0,000
2017	184	2,265	-0,07	0,006	-0,000
2018	250	2,398	0,06	0,004	0,000
Jumlah (Σ)	2254	23,39	-3x10 ⁻¹⁵	0,11	0,004
Rata-rata	225,4	2,339			
S log			0,109		
Cs			0,500		

Dari hasil perhitungan yang telah didapat nilai rata-rata untuk maksimum curah hujan adalah 61,800 dan nilai log dari curah hujan maksimum rata-rata adalah 1,770, nilai standar deviasi (S_{log}) didapat 0,131 dan koefisien skewness (Cs) didapat 2,000..

Metode Perhitungan Log Person III untuk menganalisa hujan rencana, pada metode ini telah diperhitungkan nilai rata-rata (X) dan Standar Deviasi (S_{log}), dan koefisien skewness (Cs). Untuk nilai K (koefisien Metode Log person III) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Variable Standar (K) Untuk Metode Log Pearson III

CS	0,5
2	-0,083
5	0,808
10	1,323
25	1,910
50	2,311
100	2,686
200	3,041
1000	3,815

Nilai koefisien skewness (Cs) yang didapat dalam perhitungan adalah 2,00 maka nilai variable standar (K) Metode Log Pearson III yang didapat untuk kala ulang 2 tahun digunakan -0,307, kala ulang 5 tahun digunakan 0,609, kala ulang 10 tahun digunakan 1,302, kala ulang 25 tahun digunakan 2,219, kala ulang 50 tahun digunakan 2,912, kala ulang 100 tahun digunakan 3,605, kala ulang 200 tahun digunakan 4,298, kala ulang 1000 tahun digunakan 5,910. Nilai koefisien (K) digunakan untuk menghitung nilai curah hujan untuk Metode Log Pearson III. Berikut di bawah ini adalah hasil curah hujan jkala ulang.

Tabel 4. Hasil Curah Hujan Kala Ulang Metode Log Pearson III

Tahun	X_T (mm)
2	211,836
5	265,461
10	301,995
25	349,945
50	387,258
100	425,598
200	465,586
1000	566,239

Nilai tertinggi pada dalam perhitungan ini didapat 565,691 mm pada kala ulang 1000 tahun dan nilai terendah yang didapat adalah 212,020 pada kala ulang 2 tahun.

nilai-nilai yang didapat setiap kala ulang adalah 211,836 mm (kala ulang 2 tahun), 265,461 mm (kala ulang 5 tahun), 301,995 mm (kala ulang 10 tahun), 349,945 mm (kala ulang 25 tahun), 387,258 mm (kala ulang 50 tahun), 425,598 mm (kala ulang 100 tahun), 465,586 mm (kala ulang 200 tahun), 566,239 mm (kala ulang 1000 tahun).

4.3 Hasil Perhitungan PMP (*Probable Maximum Precipitation*)

Sebelum melakukan perhitungan PMP nilai rata-rata disusun sesuai urutan terbesar sampai terkecil agar lebih mudah untuk melihat nilai tertinggi dan terendah dalam perhitungan nilai PMP. Hasil dari perhitungan

PMP akan dijadikan PMF (*Probable Maximum Flood*) sehingga dapat dilihat juga debit banjir maksimum yang mungkin terjadi. Nilai-nilai curah hujan maksimum harian didapat dari data curah hujan dari taguhun 2009 sampai tahun 2018. Berikut tabel curah hujan harian maksimum yang telah diurutkan dari nilai curah hujan maksimum yang terbesar sampai yang terkecil dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata Hujan Harian Maksimum Sesuai Urutan

Tahun	X_{24} (mm)
2013	350
2014	274
2018	250
2010	250
2009	208
2012	200
2016	195
2017	184
2015	170
2011	149
ΣX_{24} (mm)	2230
n	10
Rata-rata	222,30

Perhitungan ini memiliki data curah hujan 10 tahun dari 2009 sampai 2018. nilai rata-rata hujan harian maksimum tertinggi didapat 350 pada tahun 2013 dan nilai nilai rata-rata hujan harian maksimum terendah didapat 149 pada tahun 2011. Nilai total yang didapat 2230 dan rata-rata nilai total 222,30. Hasil perhitungan PMP dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan PMP Metode Hersfield

PMP (<i>Probable Maximum Precipitation</i>)				
X_{n2}	X_F	X_{nc} (mm)	Km	X_{pmax} (mm)
101%	105%	221,527		
Sn2	S _F	S _{nc}	19,20	2128,432
116%	130%	87,892		

Hasil yang didapat dalam perhitungan ini harus menghitung nilai nilai rata-rata tanpa nilai max (X_{n-m}) hasilnya 208,889 mm, standar deviasi tanpa nilai max (S_{n-m}) hasilnya 58,284. Kedua nilai tersebut (X_{n-m} dan S_{n-m}) digunakan untuk menghitung nilai

Xn2 yang hasilnya 101 % dan nilai Sn2 yang hasilnya 116 %. Dari hasil nilai Xn2 digunakan untuk menghitung nilai rata-rata terkoreksi (Xnc) yang hasilnya 221,527 mm dan hasil nilai Sn2 digunakan untuk menghitung standar deviasi terkoreksi (Snc) yang hasilnya 87,892 mm. Dengan panjang pencatatan 10 tahun maka didapat faktor penyesuaian rata-rata (X_F) sebesar 105% (di ambil dari lampiran B gambar B.4 halaman 46) dan panjang pencatatan 10 tahun maka didapat faktor penyesuaian standar deviasi (S_F) sebesar 130%.

Perhitungan PMP harus menentukan nilai Km Garis untuk durasi 24 jam dan data curah hujan 10 tahun didapatkan nilai Km 19,200. Dari hasil nilai Xnc, Snc, dan Km maka nilai X_{Pmax} yang didapat adalah 2162,406 mm.

4.4 Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana

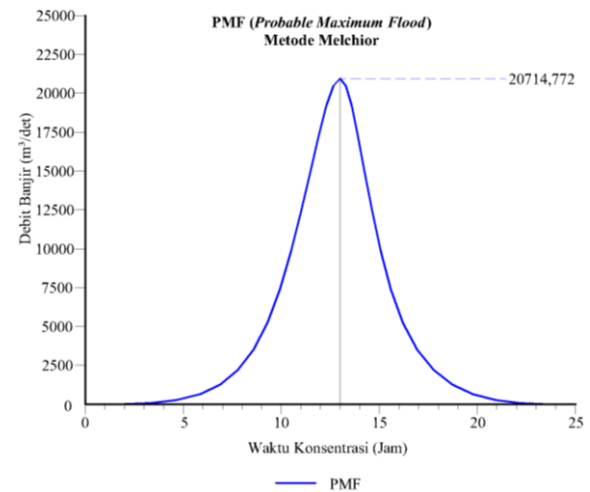
Metode yang digunakan dalam perhitungan debit banjir adalah Metode Melchior karena metode ini dapat digunakan untuk perhitungan debit banjir pada daerah DAS Kluet dengan luas DAS 163,510 km² dan panjang sungai 68,260 km. Sebelum melakukan perhitungan debit banjir harus melakukan perhitungan koefisien pengaliran (α) nilai yang didapat 0,520, kemiringan rata-rata sungai (S) nilai yang didapat 0,001, Kecepatan rata-rata aliran (V) nilai yang didapat 1,503 m/detik, waktu konsentrasi (t_c) nilai yang didapat 13 jam, koefisien reduksi (β) nilai yang didapat 0,466 dan Intesitas curah hujan (I) nilai yang didapat 22,893 m³/detik/km².

Hasil PMF (*Probable Maximum Flood*) dengan menggunakan Metode Melchoir hasil PMF ini menggunakan nilai hasil dari PMP untuk mendapatkan PMF. Hasil perhitungan PMP dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perhitungan PMF Metode Melchior

PMF (<i>Probable Maximum Flood</i>)		
A (Km ²)	X _{pmax} (mm)	Q _{pmax} (m ³ /det)
163,510	2128,432	20714,772

Hasil dari perhitungan PMP (*Probable Maximum Precipitation*) adalah 2128,432 maka nilai PMF (*Probable Maximum Flood*) yang didapat dengan menggunakan Metode Melchior adalah 20714,772 m³/det. Berikut gambar grafik PMF:



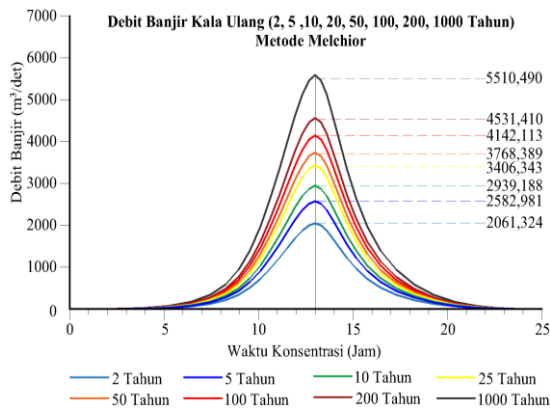
Gambar 2. Grafik PMF

Berdasarkan hasil dari grafik tersebut menjelaskan debit maksimum = 20714,772 m³/det (garis biru) pada waktu ke 13 jam.

Perhitungan Debit banjir rencana kala ulang (2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 1000 tahun) menggunakan Metode Melchoir. Berikut adalah hasil perhitungannya:

Tabel 8. Hasil Debit Banjir Rencana Kala Ulang Metode Melchior

Tahun	Q (m ³ /det)
2	2061,324
5	2582,981
10	2939,188
25	3406,343
50	3768,389
100	4142,113
200	4531,410
1000	5510,490



Gambar 3. Grafik Debit Banjir Kala Ulang

Berdasarkan hasil dari grafik tersebut adalah menjelaskan hasil perhitungan kala ulang curah hujan (2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 1000, tahun) dengan menggunakan Metode Log Pearson III didapat hasil debit banjirnya dengan menggunakan Metode Melchior sehingga didapat nilai debit banjir pada waktu 13 jam. Pada kala ulang 2 tahun = 2061,324 m³/det (garis biru muda), kala ulang 5 tahun = 2582,981 m³/det (garis biru), kala ulang 10 tahun = 2939,188 m³/det (garis hijau), kala ulang 25 tahun = 3406,343 m³/det (garis kuning), kala ulang 50 tahun = 3768,389 m³/det (garis orange), kala ulang 100 tahun = 4142,113 m³/det (garis merah) kala ulang 200 tahun = 4531,410 m³/det (garis merah tua), kala ulang 1000 tahun = 5510,490 m³/det (garis hitam).

5. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan dapat diambil kesimpulan tentang menghitung curah hujan periode kala ulang menggunakan metode Log Pearson III, PMP (*Probable Maximum Precipitation*) dengan metode Hersfield dan debit banjir rencana dan PMF (*Probable Maximum Flood*) Menggunakan metode Melchior pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Kluet Utara Aceh Selatan. Tinggi nilai Curah hujan kala ulang menggunakan Metode Log Pearson III adalah kala ulang 2 tahun (X_2) = 211,836 mm, kala ulang 5 tahun (X_5) = 265,461 mm, kala ulang 10 tahun (X_{10}) = 301,995 mm, kala ulang 25 tahun (X_{25}) = 349,945 mm, kala ulang 50 tahun (X_{50}) = 387,258 mm, kala ulang 100 tahun (X_{100}) = 425,598 mm, kala ulang 200 tahun (X_{200}) =

465,586 mm, kala ulang 1000 tahun (X_{1000}) = 566,239 mm dan Tinggi nilai PMP (*Probable Maximum Precipitation*) dengan menggunakan Metode Hersfield adalah 2128,432 mm. Sedangkan nilai PMF (*Probable Maximum Flood*) menggunakan Metode Melchior adalah PMF (Q_{pmax}) = 20714,772 m³/det dan nilai debit curah hujan kala ulang tahun menggunakan metode Melchior adalah kala ulang 2 tahun (Q_2) = 2061,324 m³/det, kala ulang 5 tahun (Q_5) = 2582,981 m³/det, kala ulang 10 tahun (Q_{10}) = 2939,188 m³/det, kala ulang 25 tahun (Q_{25}) = 3406,343 m³/det, kala ulang 50 tahun (Q_{50}) = 3768,389 m³/det, kala ulang 100 tahun (Q_{100}) = 4142,113 m³/det, kala ulang 200 tahun (Q_{200}) = 4531,410 m³/det, kala ulang 1000 tahun (Q_{1000}) = 5510,490 m³/det.

Daftar Pustaka

- [1] Haerussalam, 2005. *Tinjauan Analisis Debit Banjir Pada Bendung Kalamisu Kabupaten Sinjai*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- [2] Qanun Kabupaten Aceh Selatan Nomor 4, 2019. *RPJM (Rencana Pembangunan Jangka Menengah) Kabupaten Aceh Selatan 2018 – 2023*. Provinsi Aceh Kabupaten Aceh Selatan.
- [3] Ratna Oktavia Budiono, 2014. *Estimasi Curah Hujan Maksimum Boleh Jadi di Daerah Aliran Sungai Di Kabupaten Situbondo Menggunakan Metode Hersfield*. Jember: Universitas Jember.
- [4] Sosrodarsono, Suyono., dan K. Takeda. 2003. *Hidrologi untuk pengairan*, Jakarta: Pradnya Paramitha.
- [5] Suripin., 2003. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*, Yogyakarta Andi Publisher.

**Tameh: Journal of Civil Engineering**

University of Muhammadiyah Aceh

Analisis Portal Struktur Menggunakan Metode Takabeya dan Sap 2000 (Studi Kasus: Gedung Cukai TMP C Banda Aceh)

¹Wahyuni, ²Munawir, ³Riski Armianda¹²³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Aceh¹wahyuni.sahardin@gmail.com, ²munawir@unmuha.ac.id, ³riskiarmianda96@gmail.com**Abstract**

The building structure is the main component that supports the establishment of a building. In analyzing the building structure, either determinate or indeterminate, there are various moment distribution methods. The method used in this research is the Takabeya method and SAP 2000 as a comparison. The purpose of this study is to compare the value of the moment, shear force and axial force of the building structure with the Takabeya and SAP 2000 methods. From the results of the calculation of the internal forces on the first floor, the value is not significant. As for the 2nd floor, on the portal on the edge of the building there is a small difference in value, but not on the central portal which has a difference of up to 20%. From the overall calculation of internal forces, the ratio of moment values is $\pm 7\%$, shear force is $\pm 3\%$, and the axial force is $\pm 5\%$. The difference in internal force results between the Takabeya and SAP 2000 methods is not too large, it shows that the moment distribution for the two moments is almost the same. But for the results of the shear and axial forces which have very large differences in results, this difference is due to the possibility of load distribution at the joint points.

Keywords: Rainfall, Flood Discharge, Log Pearson III, Hersfield, Melchior**Abstrak**

Struktur bangunan merupakan komponen utama yang menunjang terdirlnya suatu bangunan. Dalam menganalisa struktur bangunan baik statis tertentu maupun tak tentu terdapat berbagai metode distribusi momen. Metode yang dipakai pada penelitian ini adalah *metode takabeya dan SAP 2000* sebagai pembandingan. Tujuan penelitian ini ialah membandingkan nilai momen, gaya geser dan gaya aksial portal struktur Gedung dengan metode takabeya dan SAP 2000. Dari hasil perhitungan gaya dalam pada lantai I menunjukkan nilai yang hampir. Sedangkan untuk lantai 2, pada portal bagian pinggir bangunan terdapat selisih nilai yang kecil, namun tidak pada portal bagian tengah yang memiliki selisih hingga 20%. Dari keseluruhan perhitungan gaya dalam diperoleh perbandingan nilai momen sebesar $\pm 7\%$, gaya geser $\pm 3\%$, dan pada gaya aksial $\pm 5\%$. Perbedaan hasil gaya dalam antara *metode takabeya* dan *SAP 2000* tidak terlalu besar, hal ini menunjukkan distribusi momen untuk kedua momen hampir sama. Tetapi tidak, untuk hasil gaya geser dan gaya aksial yang mempunyai perbedaan hasil yang sangat jauh, perbedaan ini disebabkan kemungkinan terjadi pendistribusian beban pada titik-titik joint yang menggunakan Takabeya (manual) tidak merata.

Kata kunci: Metode Takabeya, SAP 2000, Momen, Gaya Geser, Gaya Aksial

1. Pendahuluan

Struktur bangunan merupakan komponen utama yang menunjang berdirinya suatu bangunan. Struktur bangunan gedung terdiri dari komponen-komponen di atas tanah dan komponen-komponen di bawah tanah yang didesain sedemikian rupa sehingga dapat menyalurkan beban ke tanah dasar. Konstruksi dari sebuah bangunan merupakan kebutuhan dasar manusia, dimana tingkat kebutuhan tersebut terus meningkat sejalan dengan perkembangan dan kemajuan teknologi. Konstruksi bangunan pada saat ini merupakan suatu objek yang kompleks, dimana didalam bangunan tersebut diperlukan perhitungan dan analisa yang cermat serta pertimbangan tertentu yang akan menghasilkan suatu bangunan yang memenuhi syarat kokoh, ekonomis maupun estetika. Penelitian gaya dalam dengan metode takabeya merupakan metode perhitungan manual yang paling sederhana dibandingkan dengan metode lainnya.

Dalam menganalisa suatu struktur bangunan baik statis tertentu maupun statis tak tentu terdapat berbagai metode antara lain distribusi momen (*Hendry Cross*), *Slope Deflection*, *Metode Takabeya*, *Metode Matriks* dan beberapa metode yang dipakai umum lainnya. Salah satu metode yang digunakan pada penelitian ini ialah metode *Takabeya*, yaitu perhitungan struktur portal bertingkat banyak yang berlaku anggapan dasar bahwa deformasi yang disebabkan oleh gaya tekan/tarik dan geser dalam diabaikan dan hubungan antara balok dan kolom dianggap sebagai hubungan kaku sempurna (monolit). Analisa manual dari *Metode Takabeya* ini nantinya akan dibandingkan dengan program komputer *software SAP*. *Program SAP 2000* merupakan salah satu program analisis dan perancangan struktur yang telah dipakai secara luas diseluruh dunia, program ini merupakan hasil penelitian dan pengembangan oleh tim dari *University of California*, yang dipimpin oleh Prof. Edward L. Wilson selama lebih 25 tahun.

Objek yang ditinjau dalam penelitian ini adalah Gedung Bea dan Cukai Tipe Madya Pabean Cabang Banda Aceh ini bertujuan untuk memenuhi fungsional ruang kerja. Bangunan

ini berada di Jl. Soekarno-Hatta No. 3A Geuceu Meunara-Banda Aceh. Gedung ini memiliki 3 lantai, tinggi lantai satu ke lantai dua sama dengan tinggi lantai dua ke lantai tiga yaitu 4 m, dan luas gedung adalah 192 m². Dalam hal ini, bangunan Gedung Bea dan Cukai Tipe Madya Pabean Cabang Banda Aceh merupakan bangunan struktur portal bertingkat banyak yang berlaku anggapan dasar bahwa deformasi yang disebabkan oleh gaya tekan/tarik dan geser dalam diabaikan dan hubungan antara balok dan kolom dianggap sebagai hubungan kaku sempurna (monolit), maka tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui hasil perhitungan manual metode *Takabeya* pada struktur serta pembebanan struktur, untuk mengetahui hasil output *software SAP 2000* pada struktur dan pembebanan struktur membandingkan hasil perhitungan manual *metode Takabeya* dengan Program Komputer *software SAP 2000*.

Selisih analisis struktur gaya normal, lintang dan momen antara metode manual (*Takabeya* dan *Cross*) dengan program komputer (*Staad Pro* dan *Sap 2000*) diperoleh nilai yang bervariasi. Nilai selisih antara metode manual dan program komputer rata-rata memiliki selisih dibandingkan dengan nilai selisih antara metode manual ataupun program komputer. Perbedaan tanda pada nilai selisih, baik positif ataupun negatif diperoleh dari hasil pengurangan nilai analisis yang dilakukan bukan didasarkan pada kondisi daerah lapangan atau tumpuan pada masing-masing batang [1].

Adapun batas masalah yang dibatasi dalam penelitian ini ialah pada perhitungan pembebanan, beban gempa tidak di hitung atau ditambahkan. Perhitungan manual metode *Takabeya* di analisa pada satu titik potongan memanjang dan satu titik potongan melintang, pada perhitungan ataupun input data tidak memasukkan dimensi dan berat jenis tulangan tulangan, pada program komputer *SAP 2000* modeling yang di bentuk ialah 2 dimensi, peraturan yang digunakan pada penelitian ini aturan aturan yang digunakan ialah peraturan SNI 2847:2019, perencanaan pembebanan persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, untuk beban mati (D)/tetap : $U = 1,4D$, untuk beban

hidup (L)/sementara : $Q = 1,6$ sehingga $U = 1,2D + 1,6L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$, pada perhitungan pembebanan beban gempa tidak di tambahkan dan tidak memasukkan dimensi dan berat tulangan. Perhitungan analisa manual maupun program komputer di analisa pada satu titik potongan memanjang yaitu pada titik 2 – 2 dan satu titik potongan melintang yaitu pada titik D – D.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Perencanaan Struktur

Dalam memilih jenis struktur yang tepat, ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan misalnya tinggi bangunan, arsitektural, dan fungsi bangunan. Dengan mendesain bangunan sesuai dengan berbagai ketentuan yang ada di SNI diharapkan struktur bangunan tersebut tidak mengalami keruntuhan pada saat terjadi gempa [2].

1) Struktur Open Frame

Struktur portal open frame terdiri dari kolom dan balok yang digabungkan dengan sambungan tahan momen. Kekakuan lateral dari portal kaku cenderung tergantung dari kekakuan lentur dari kolom, balok dan sambungannya [3].

2) Struktur Portal Bresing (Braced Frame)

Bresing adalah suatu sistem kantilever berupa truss vertical yang memikul beban lateral melalui kekakuan aksial portal. Interaksi bresing dan portal Ketika menerima beban lateral, bresing berdeformasi layaknya sebuah kantilever, sedangkan portal kaku berdeformasi geser. Dari ketiga struktur yang telah dianalisis, ternyata struktur dengan penambahan bracing diagonal pada sudut denah struktur sangat efektif mengurangi pergeseran dan simpangan pada struktur kerangka terbuka.

Untuk struktur gedung beraturan, pengaruh Gempa Rencana dapat ditinjau sebagai pengaruh beban gempa statik ekuivalen, sehingga analisisnya dapat dilakukan berdasarkan analisis statik ekuivalen. Sedangkan untuk struktur gedung tidak beraturan, pengaruh Gempa Rencana harus ditinjau sebagai pengaruh pembebanan gempa dinamik, sehingga analisisnya harus

dilakukan berdasarkan analisis respons dinamik. Di dalam SNI 03-1726-2012 dijelaskan mengenai ketentuan- ketentuan pengelompokan gedung beraturan dan tidak beraturan, daktilitas struktur, pembebanan gempa nominal, wilayah gempa Indonesia beserta respons spektrum gempa untuk masing-masing wilayah., kinerja struktur gedung, dan lain-lain.

2.1.1 Pengertian struktur portal secara umum [4] Portal adalah suatu sistem yang terdiri dari bagian-bagian struktur yang saling berhubungan yang berfungsi menahan beban sebagai suatu kesatuan lengkap yang berdiri sendiri dengan atau tanpa di bantu diafragma-diafragma horizontal atau sistem lantai.

2.1.2 Analisis pembebanan

Fungsi setiap struktur akan menerima pengaruh dari luar yang perlu dipikul. Selain pengaruh dari luar, sistem struktur yang terbuat dari material bermassa, juga akan memikul beratnya sendiri akibat pengaruh gravitasi.

1) Beban Gravitasi

Beban mati

Berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang terpisah dari gedung. Apabila beban mati memberikan pengaruh yang menguntungkan terhadap kekuatan struktur maka beban mati tersebut harus dikalikan dengan koefisien 0,9.

Beban hidup

Semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan ke dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut.

2) Beban Gempa

Semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang

menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Persyaratannya yaitu:

- Gedung dengan tinggi maksimum kecil dari 40 m.
- Bentuk dari bangunan gedung beraturan.
- Gedung dengan kekakuan tiap tingkat rata.
- Untuk gedung yang mempunyai loncatan bidang muka, dimana ukuran denah dari bagian yang menjulang dan masing-masing arah adalah paling sedikit 75%. Struktur-struktur lainnya yang tidak begitu mudah diperkirakan perilakunya terhadap gempa harus direncanakan dengan cara analisis dinamis.

2.1.3 Perencanaan pelat lantai

Suatu struktur bangunan selain memikul berat sendiri balok juga memikul berat pelat lantai. Beban pelat diatasnya di distribusikan kepada balok-balok yang mendukung pelat tesebut. Distribusi beban terbagi dua bagian yaitu beban merata trapesium dan beban merata segitiga [5].

Dimana beban merata trapesium adalah yang disalurkan kepada balok yang lebih panjang dan beban merata segi tiga adalah yang disalurkan kepada balok yang lebih pendek. Dari kedua beban merat tersebut akan diubah menjadi beban merata persegi panjang yang disebut beban ekuivalen / Q_{ek} .

Beban Ekuivalen

Adapun rumus beban ekuivalen tersebut adalah:

Pada beban trapesium,

$$Q_{ek} = \frac{1}{2} q \frac{L_y}{L_x^2} (Lx^2 - \frac{1}{3} Ly^2) \quad (1)$$

Pada beban segi tiga,

$$Q_{ek} = \frac{1}{3} q Lx \quad (2)$$

2.2 Pembebanan

Pembebanan merupakan faktor penting dalam merancang struktur bangunan. Untuk itu, dalam merancang struktur perlu mengidentifikasi beban-beban yang bekerja pada sistem struktur. Beban-beban yang bekerja pada suatu struktur ditimbulkan secara langsung oleh gaya-gaya alamiah dan buatan manusia. beton bertulang adalah beton yang menggunakan tulangan dengan jumlah dan luas tulangan tidak kurang

dari nilai minimum yang disyaratkan, dengan atau tanpa pratekan dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja. Balok didefinisikan sebagai salah satu dari elemen struktur portal dengan bentang yang arahnya horizontal, sedangkan kolom ialah suatu struktur yang mendukung beban aksial dengan atau tanpa momen lentur. Selanjutnya balok dan kolom ini menjadi satu kesatuan yang kokoh dan sering disebut sebagai kerangka (portal) dari suatu gedung [6].

2.3 Metode Takabeya

2.3.1 Pengertian metode takabeya

[8] Metode *Takabeya* merupakan metode yang paling sederhana dalam penggunaannya dalam perhitungan portal bertingkat dibandingkan dengan metode *Cross* dan *Kani*. [9] metode *Takabeya* ini pada tiap – tiap titik kumpulnya hanya memerlukan satu momen parsil untuk pembesaran momen. [7] Adapun langkah-langkah perhitungan metode *takabeya* ialah sebagai berikut:

- Perhitungan momen-momen parsial

a. Hitung nilai kekakuan balok dan kolom » k

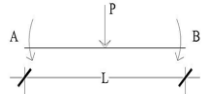
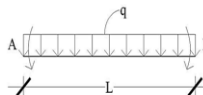
$$= \frac{\frac{1}{12}(b)(h)^3}{L} \quad (3)$$

Harga konstanta kekakuan K diambil sebarang
→ $K = 0,001 \text{ m}^3$

Untuk batang yang bersangkutan, pada suatu titik kumpul, jika diambil dari harga-harga K yang lain, akan diperoleh harga – harga momen parsil m yang berlainan pula, tetapi tetap akan diperoleh hasil akhir yaitu momen design M yang sama.

- b. Hitung momen primer pada setiap balok

Tabel 1. Momen primer beban terpusat

Momen Primer dititik A (M_{AB}^F)	Gambar Struktur dengan Sistem Pembebanan	Momen Primer dititik B (M_{BA}^F)
$-\frac{1}{8}(P)(L)$		$\frac{1}{8}(P)(L)$
$-\frac{1}{12}(q)(L)$		$\frac{1}{12}(q)(L)^2$

- c. Menentukan jumlah momen primer di titik kumpul (τ).
- d. Menentukan nilai ρ (jumlah kekakuan pada masing-masing titik kumpul).
- e. Menentukan nilai γ
- f. Menentukan nilai $m^{(0)}$
- g. Pemberesan momen-momen parsial $m^{(0)}$

Pemberesan momen parsial dimulai dari titik kumpul (1) ketitik kumpul (2) seperti yang akan ditunjukkan sebagai berikut:

$$m_1^{(1)} = + m_1^{(0)} + (-\gamma_{12}) \{m_2^{(0)}\} \quad (4)$$

$$m_2^{(1)} = + m_2^{(0)} + (-\gamma_{21}) \{m_1^{(1)}\} \quad (5)$$

Langkah selanjutnya dari titik kumpul (2) ketitik kumpul (1) seperti yang akan ditunjukkan sebagai berikut:

$$m_1^{(2)} = + m_1^{(0)} + (-\gamma_{12}) \{m_2^{(1)}\} \quad (6)$$

$$m_2^{(2)} = + m_2^{(0)} + (-\gamma_{21}) \{m_1^{(2)}\} \quad (7)$$

– Perhitungan design moment

$$M_{1A} = k_{1A} \{2 m_1^{(4)} + 0\} + \bar{M}_{1A} \quad (8)$$

$$M_{12} = k_{12} \{2 m_1^{(4)} + m_2^{(4)}\} + \bar{M}_{12} \quad (9)$$

$$M_{1b} = k_{1b} \{2 m_1^{(4)} + 0\} + \bar{M}_{1B} \quad (10)$$

Keseimbangan pada titik kumpul (1) $\rightarrow \sum M_1 = 0$

Lakukan hingga dicapai hasil yang konvergen seperti yang ditunjukkan pada skema diatas.

2.4 Tinjauan Umum Software SAP 2000

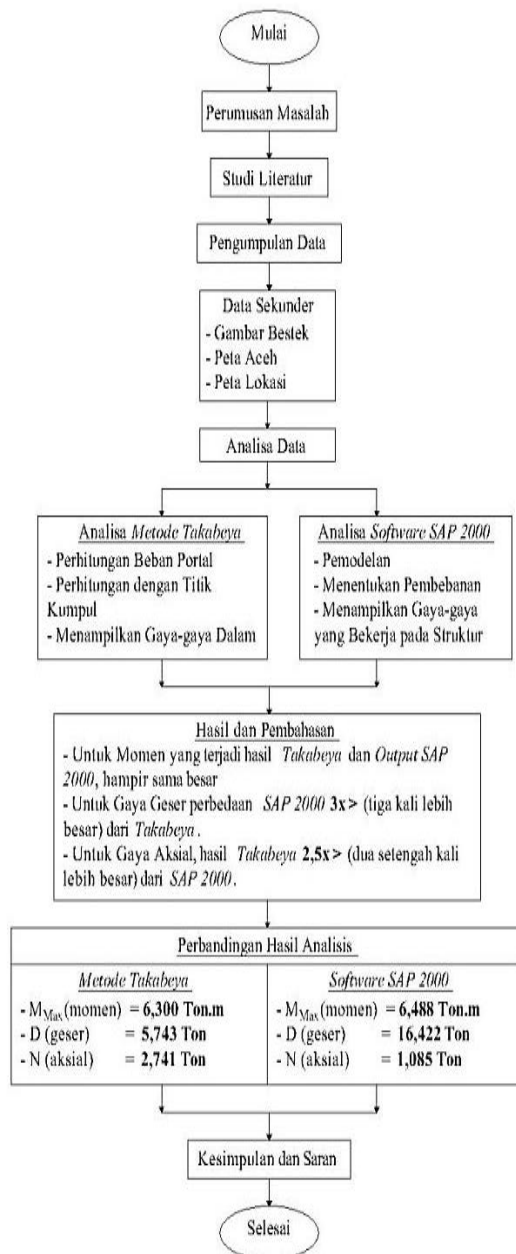
SAP 2000 merupakan software yang digunakan untuk menganalisa struktur maupun jembatan terhadap beban-beban yang bekerja

dan mendesain elemen-elemennya. SAP 2000 merupakan *software* yang digunakan untuk menganalisis struktur gedung maupun jembatan terhadap beban yang bekerja dan mendesain elemen-elemen nya. Beberapa pilihan yang disediakan dalam SAP 2000, antara lain membuat struktur baru, memodifikasi, dan merancang (mendesain) elemen struktur. Program SAP 2000 dirancang sangat interaktif, sehingga beberapa hal dapat dilakukan, misalnya mengontrol kondisi tegangan pada elemen struktur, mengubah dimensi batang, dan mengganti peraturan (*code*) perancangan tanpa harus mengulang analisis struktur. Namun demikian, ada beberapa hal yang tidak diperhitungkan oleh program ini dan harus dilakukan sendiri oleh perencana.

[10] *Computer and Structure Inc. (CSA)* yang berpusat di Berkeley, California, USA merupakan suatu pusat studi yang mengembangkan program-program perhitungan Metode Elemen Hingga menjadi suatu perangkat lunak yang telah dipasarkan secara internasional, salah satu diantara program-program tersebut adalah *Structural Analysis Program (SAP) 2000*. Program yang dirancang sangat efektif, sehingga beberapa hal dapat dilakukan, misalnya mengontrol kondisi tegangan pada elemen struktur, mengubah dimensi batang, dan mengganti peraturan (*code*) perancangan tanpa harus mengulang analisis struktur. Namun demikian, ada beberapa hal yang tidak di perhitungkan oleh program ini dan harus dilakukan sendiri oleh perencana.

3. Metode Penelitian

Metodologi penelitian ini merupakan jenis metode penelitian kuantitatif yang menjabarkan secara rinci dan sistematis berkenaan dengan objek lokasi penelitian, data material, pemodelan/pendimensian struktur pelat, hingga analisis data untuk hasil penelitian.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam perencanaan struktur kantor bertingkat tiga ini dapat dibagi menjadi tiga, yaitu.

1. Input data,
2. Analisis struktur, dan
3. Perbandingan hasil gaya dalam metode manual dengan program komputer.

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan untuk penelitian ini hanyalah data skunder yang didapat seperti: Gambar Bestek dan peraturan peraturan pembebanan gedung. Data skunder adalah data penunjang yang penunjang yang lebih

dulu dikumpulkan atau diperoleh dari data yang mendukung penelitian ini diperoleh dari berbagai pengujian terdahulu yang dilakukan dan berbagai literature yang berhubungan dengan penelitian ini.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober sampai dengan bulan Februari, Gedung yang direncanakan adalah Gedung Kantor Pengawasan dan Pelayanan Bea dan Cukai Tipe Madya Pabean Cabang Banda Aceh, Kota Banda Aceh.

3.3 Perencanaan Penelitian

Perencanaan penelitian berbentuk kuantitatif, di mana analisis yang dilakukan akan memaparkan selisih dan hasil perbandingan kedua metode analisa struktur secara kuantitatif berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan. Metode Observasi ini digunakan sebagai suatu pemahaman terhadap objek yang dianalisis

3.4 Pemodelan Struktur Portal

Sebelum melakukan analisa perhitungan terlebih dahulu objek yang dianalisis dibuat dalam bentuk modeling. Agar memudahkan dalam proses analisa perhitungan. Objek yang digunakan adalah struktur portal melintang Gedung Bea dan Cukai Tipe Madya Pabean Cabang Banda Aceh. Modelling Portal tersebut digunakan untuk dua analisa yaitu analisa secara manual (*Takabeya*) dan satu lagi digunakan untuk analisa dalam program komputer (*SAP 2000*). Modeling yang dibuat hanya dalam bentuk modeling 2D (*Dua Dimensi*) pada portal yang melintang dan memanjang.

3.5 Identifikasi Pembebanan

Setelah membuat pemodelan (*modeling*) pada tiap-tiap analisa, analisa manual (*takabeya*) dan analisa program komputer (*SAP 2000*), selanjutnya identifikasikan beban yang akan dimasukkan pada tiap-tiap balok. Analisa beban meliputi beban mati, beban mati tambahan, beban mati dalam penelitian ini meliputi beban sendiri atau beban dari balok itu sendiri dan juga memikul berat pelat lantai diatasnya yang didistribusikan kepada balok-balok yang mendukung pelat tersebut, sedangkan beban mati tambahan meliputi beban mati yang berasal dari beban luar seperti plafond, penutup lantai beserta adukannya, dinding bata, dan sebagainya, sedangkan beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghuni atau pengguna gedung tersebut, termasuk beban-beban lantai

yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah. Peraturan yang digunakan ialah Badan Standar Nasional, *Persyaratan Struktural Beton Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. (SNI 2847:2019), dimana:

- Beban mati (D): $U = 1,4D$.
- Beban hidup (L): $Q = 1,6$ sehingga $U = 1,2D + 1,6L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$.

Dalam konstruksi perencanaan ini ditinjau hanya beban kombinasi (W_u) saja Pada penelitian ini beban horizontal tidak digunakan seperti beban gempa atau angin atau lain sebagainya. Karena hanya beban-beban pada vertikal saja lingkup penelitian ini.

3.6 Analisis

Metode analisa yang digunakan adalah metode perbandingan. Analisa ini difokuskan pada perbandingan kedua metode (manual dan program komputer) terkait hasil perhitungan-perhitungan gaya-gaya dalam yang dilakukan. Data-data yang telah diperoleh kemudian dilakukan perhitungan perhitungan gaya-gaya dalam pada struktur portal melintang dengan menggunakan metode manual yaitu metode takabeya. Kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan program komputer yaitu SAP 2000. Perbandingan yang dilakukan tersebut nantinya akan dihitung besar dan selisih gaya-gaya dalam yang timbul dari masing-masing perhitungan tersebut. Analisa yang digunakan, yaitu:

- Analisa dengan metode manual *Takabeya*
- Analisa dengan program komputer (*software*) SAP 2000.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Analisis Struktur

Hasil analisis struktur yang diperoleh berupa gaya-gaya dalam, yaitu: gaya momen, gaya geser, dan gaya aksial. Analisa struktur dilakukan hanya pada beban kombinasi (tidak termasuk beban gempa).

4.1.1 Analisa struktur metode manual *Takabeya*

Adapun analisa yang dilakukan dengan metode Takabeya yaitu di peroleh berupa momen maksimum, gaya geser, dan gaya aksial (dapat dilihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2).

Tabel 2. Gaya-gaya dalam hasil metode *Takabeya* pot. Memanjang 2 – 2

Nama	Momen (Ton.m)	Gaya Geser (Ton)	Gaya Aksial (Ton)
Batang 1	M3 (Ton) 2	V2 (Ton) 3	P (Ton) 4
H - I	2,268	5,933	2,943
I - J	6,300	4,030	0,367
J - K	1,400	5,734	0,790
K - L	1,569	5,059	0,295
L - M	5,266	3,061	0,332
M - N	1,403	1,882	2,740
O - P	3,069	2,400	1,282
P - Q	0,046	3,829	0,087
Q - R	0,405	3,347	0,395
R - S	0,149	1,879	0,582
S - T	1,724	0,433	0,038
T - U	0,046	3,856	2,131
V - W	3,135	2,770	0,0004
X - Y	0,272	0,376	0,023
1	2	3	4
Y - Z	0,180	0,269	0
Z - A'	0,175	0,266	0
A' - B'	0,273	0,375	0,036
C' - D'	3,212	1,484	0,052

Berdasarkan tabel di atas gaya dalam, diperoleh gaya momen terbesar terletak pada balok I – J sebesar 6,366 Ton.m lalu momen terkecilnya terletak pada balok P – Q sebesar 0,044 Ton.m, dan gaya geser terbesar terletak pada balok H – I sebesar 5,638 Ton dan gaya geser terkecil terletak pada balok Z – A' sebesar 0,266 Ton, sedangkan gaya aksial terbesar terletak pada balok M – N sebesar 2,740 Ton dan gaya aksial terkecil terletak pada balok Y – Z dan Z – A' sebesar 0 Ton.

Tabel 3. Gaya-gaya dalam hasil metode *Takabeya* pot. Melintang D – D

Nama	Momen (Ton.m)	Gaya Geser (Ton)	Gaya Aksial (Ton)
Batang	M3 (Ton)	V2 (Ton)	P (Ton)
1	2	3	4
D - E	2,267	1,481	2,364
E - F	4,301	4,582	2,093
H - I	3,335	4,783	1,781
I - J	3,310	4,806	1,636

L - M	0,162	1,396	0,860
N - O	1,136	1,424	0,481
O - P	1,136	1,424	0,481
Q - R	0,167	1,372	0,564

Dari tabel di atas, menunjukkan gaya momen terbesar terletak pada balok E – F sebesar 4,301 Ton.m, momen terkecilnya terletak pada balok L – M sebesar 0,162 Ton.m, dan gaya geser terbesar terletak pada balok H – I sebesar 4,783 Ton, gaya geser terkecil terletak pada balok Q – R sebesar 1,372 Ton, untuk gaya aksial terbesar terletak pada balok D – E sebesar 2,364 Ton dan gaya aksial terkecil terletak pada balok N – O dan O – P sebesar 0,481 Ton.

4.1.2 Analisa struktur dengan program komputer SAP 2000

Adapun analisa yang dilakukan dengan program komputer SAP 2000 yaitu di peroleh berupa momen maksimum, gaya geser, dan gaya aksial (dapat dilihat dilihat pada tabel 4.3 dan tabel 4.4).

Tabel 4 gaya dalam hasil SAP 2000 pot. Memanjang 2-2

Nama	Momen (Ton.m)	Gaya Geser (Ton)	Gaya Aksial (Ton)
Batang	M3 (Ton)	V2 (Ton)	P (Ton)
1	2	3	4
H - I	2,256	6,131	1,085
I - J	6,488	16,442	0,060
J - K	3,711	10,154	0,020
K - L	3,904	9,751	0,164
L - M	5,641	15,368	0,728
M - N	2,17	5,091	0,586
O - P	3,243	6,688	0,772
P - Q	0,179	1,118	0,014
Q - R	0,397	0,963	0,470
R - S	0,01	1,120	0,593
S - T	2,818	6,659	0,523
T - U	1,936	4,357	0,495
V - W	4,966	3,811	0,606
X - Y	1,191	1,595	1,100
Y - Z	1,191	0,145	1,100
Z - A'	1,190	0,145	1,100
A' - B'	1,190	1,595	1,100
C' - D'	4,923	1,799	0,542

Tabel di atas menunjukkan, gaya momen terbesar terletak pada balok I – J sebesar 6,488 Ton.m, momen terkecilnya terletak pada balok Z – A' dan A' – B' sebesar 1,190 Ton.m, untuk gaya geser terbesar terletak pada balok I – J sebesar 16,442 Ton dan gaya geser terkecil terletak pada balok Y – Z dan Z – A' sebesar 0,145 Ton, sedangkan gaya aksial terbesar terletak pada balok H – I sebesar 1,085 Ton dan gaya aksial terkecil terletak pada balok J – K sebesar 0,020 Ton.

Tabel 5. gaya dalam hasil program komputer SAP 2000 pot. Melintang 2-2

Nama	Momen (Ton.m)	Gaya Geser (Ton)	Gaya Aksial (Ton)
Batang	M3 (Ton)	V2 (Ton)	P (Ton)
1	2	3	4
D - E	2,585	6,263	0,131
E - F	3,876	7,285	0,193
H - I	2,600	8,177	2,986
I - J	2,717	8,365	2,818
L - M	0,767	9,338	3,206
N - O	2,349	0,788	3,206
O - P	3,741	1,222	3,206
Q - R	0,535	9,722	3,206

Berdasarkan tabel di atas, besarnya gaya momen terbesar terletak pada balok E – F sebesar 3,876 Ton.m, momen terkecilnya terletak pada balok Q – R sebesar 0,535 Ton.m, untuk gaya geser terbesar terletak pada balok L – M sebesar 9,338 Ton dan gaya geser terkecil terletak pada balok N – O sebesar 0,788 Ton, selanjutnya gaya aksial terbesar terletak pada balok L – M, N – O, O – P, Q – R sebesar 3,206 Ton dan gaya aksial terkecil terletak pada balok D – E sebesar 0,020 Ton.

4.2 Selisih Hasil Analisis Struktur antara Metode Takabeya dan SAP 2000 Berdasarkan Hasil Perhitungan Analisa Struktur

Berdasarkan hasil perhitungan analisis struktur antara metode manual (*Takabeya*) dengan program komputer (*SAP 2000*). Jika dibandingkan dan dihitung besar selisih hasil analisis struktur pada masing-masing metode, diperoleh hasil yang bervariasi untuk besar

momen, gaya geser, dan gaya aksial pada masing-masing bentang. Dari hasil tersebut diperoleh perhitungan dengan *SAP 2000* rata-rata lebih besar dengan perhitungan *metode Takabeya*.

Perbedaan momen antara *metode takabeya* (6,366 T.M) dan *SAP 2000* (6,488 T.M) yaitu sebesar, tidak terlalu besar (2%), hal ini menunjukkan distribusi momen untuk kedua momen hampir sama. Tetapi tidak, untuk hasil gaya geser dan gaya aksial yang mempunyai perbedaan hasil yang sangat jauh, perbedaan ini disebabkan kemungkinan terjadi pendistribusian beban pada titik-titik joint.

5. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan perbandingan analisis struktur dengan metode manual dan program komputer diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Perbedaan hasil momen antara *metode takabeya* dan *output SAP 2000* pada lantai I yaitu 2%, hal ini menunjukkan distribusi momen untuk kedua analisa ini hampir sama. Tetapi, tidak untuk gaya hasil geser dan gaya aksial yang mempunyai hasil yang sangat jauh. Perbedaan hanya disebabkan kemungkinan terjadi perbedaan pendistribusian beban pada titik-titik joint.
2. selisih hasil antara *metode Takabeya* dan *output SAP 2000* memiliki nilai pada masing-masing bentang, yaitu: momen terbesar pada lantai I terletak pada bentang I-J sebesar 6,300 Ton.m pada *metode takabeya* dan 6,488 Ton.m untuk *output SAP 2000*. Untuk gaya geser terjadi pada bentang J-K yaitu 5,734 T untuk *metode takabeya* dan 16,442 Ton untuk *output SAP 2000* pada bentang I-J. Selanjutnya untuk gaya aksial 2,741 Ton pada *metode takabeya* pada bentang M – N dan 1,085 Ton untuk *output SAP 2000* pada bentang H-I. Pada Tingkat II momen terbesar pada bentang H-I sebesar 3,335 Ton.m, untuk *output SAP 2000* 3,243 Tm pada bentang O-P. Untuk gaya geser 4,806 Ton bentang I – J portal melintang, *output SAP 2000* 8,365 Ton pada bentang yang sama. Sedangkan untuk gaya aksial 2,131 Ton

pada bentang T-U dan 2,986 Ton.m *output SAP 2000* bentang H-I. Pada tingkat III momen terbesar yaitu 3,212 Ton pada bentang C' – D', *output SAP 2000* 4,966 Ton.m pada bentang V-W. Untuk gaya geser sebesar 2,769 Ton pada perhitungan *takabeya* bentang V-W, *output SAP 2000* 9,338 Ton bentang L-M. dan gaya aksial perhitungan *takabeya* 0,680 Ton bentang L-M portal melintang, *output SAP 2000* 1,100 Ton bentang X-Y.

3. Berdasarkan hasil dari Analisa-analisa yang telah dilakukan baik itu secara manual maupun program komputer gaya dalam terbesar terletak pada tingkat pertama.
4. Perbandingan gaya-gaya dalam memiliki rata-rata selisih hasil kecil, yaitu pada momen $\pm 7\%$, pada gaya geser $\pm 3\%$, dan pada gaya aksial $\pm 5\%$. Tetapi pada beberapa elemen struktur yang terletak di tengah portal memiliki selisih yang besar, yaitu lebih dari 20%. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan pendistribusian beban.
5. Analisis perbandingan lebih lanjut perlu dilakukan terkait metode-metode lain dalam analisa struktur baik manual ataupun program komputer dengan model-model portal yang sama ataupun model portal yang lebih sederhana menggunakan metode yang serupa dengan analisis ini.
6. Diperlukan ketelitian dalam menginput data dalam proses perhitungan, karena data rencana merupakan data inti yang akan menghasilkan angka angka penting yang saling berkaitan satu sama lain di antara tahapan tahapan perhitungan struktur portal mulai dari pembagian beban, perhitungan pembebanan, hingga penggunaan perhitungan dengan metode takabeya pada nantinya.

Daftar Pustaka

- [1] Desharyanto, D (2015). *Perbandingan Gaya Dalam Metode Manual Dan Program*. E Jurnal Univesitas Wirarajaya.
- [2] Agus. 2002. *Rekayasa Gempa – Untuk Teknik Sipil*. Padang: ITP Press.
- [3] Amrinsyah Nasution. 2009. *Analisis Dan Desain Struktur Beton Bertulang*. Bandung: ITB.

- [4] Direktorat Penyelidikan Bangunan, (*Peraturan Pembebanan Indonesia untuk gedung 1983*), Bandung.
- [5] Hadi Y. CE. *Penyelesaian Mekanika Teknik Statis Tak Tentu*, Yustadi Offset Printing, 1986.
- [6] Schueller, G.I (2001). *Computational Stochastic Mechanics recent advances*. Computer & structure Journal.
- [7] Soetomo HM, 1981, *Perhitungan Portal Bertingkat, Bagian kesatu Cetakan ketiga*, TAKABEYA, ex Dosen Luar biasa departemen Sipil Fakultas teknik dan perencanaan Institut Teknologi Bandung (ITB).
- [8] Rangkuti. H , 2018, *Analisa Perhitungan Struktur Gedung Menggunakan Metode Takabeya*, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
- [9] Gunawan T dan Margaret S , 2007. *Diktat Teori Soal dan Penyelesaian Mekanika Teknik III Jilid I*, Delta Teknik Group Jakarta, Jakarta
- [10] Pramono Handi, dkk. *Desain Konstruksi dengan SAP 2000 Versi 9*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2007.



Tameh: Journal of Civil Engineering

University of Muhammadiyah Aceh

Simulasi Perubahan Tata Guna Lahan terhadap Laju Erosi Lahan Menggunakan Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciseel

¹Feril Hariati, ²Fadhila Muhammad Libasut Taqwa, ³Alimuddin, ⁴Nurcholis Salman, ⁵Nur Handika Fadhilah Sulaeman

¹²³⁵Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

⁴Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya

¹feril.hariati@uika-bogor.ac.id; ²fadhila.muhammad@uika-bogor.ac.id; ³alimuddin@uika-bogor.ac.id; ⁴nurcholissalman@umtas.ac.id; ⁵nurhandika@yahoo.com

Abstract

One of the causes of the silting of the Sagara Anakan, estuary of Citanduy River is due to sedimentation caused by changes in land use, which causes the erosion rate to become uncontrollable. To predict the rate of surface erosion of the Ciseel watershed, one of Citanduy tributary, the USLE (Universal Soil Loss Equation) method was used, while the Geographic Information System was used to assist in the analysis of spatial data. The results of the analysis of the rate of erosion in the Ciseel watershed show that in 2006 it was 28 tons/ha/yr, in 2012 it was 44.2 tons/ha/yr and in 2016 it was 49.9 tons/ha/yr, so it belongs to the erosion hazard class II/mild. based on the USDA classification. From the results of this study, it can be shown that the rate of surface erosion in the Ciseel watershed has a small contribution to sedimentation in Sagara Anakan. The simulation of land use change as an effort to reduce the rate of erosion from dry agricultural land to rice fields is expected to reduce the rate of erosion up to 24.7% in 2016.

Keywords: Sheet erosion, Land use change, USLE (Universal Soil Loss Equation) method, Ciseel Watershed.

Abstrak

Salah satu penyebab pendangkalan wilayah Sagara Anakan di Muara Sungai Citanduy adalah karena sedimentasi yang diakibatkan oleh perubahan tata guna lahan, yang mengakibatkan laju erosi menjadi tidak terkendali. Untuk memprediksi laju erosi permukaan DAS (Daerah Aliran Sungai) Ciseel, salah satu anak Sungai Citanduy, digunakan metode USLE (Universal Soil Loss Equation), sedangkan Sistem Informasi Geografis digunakan untuk membantu analisis data spasial. Hasil dari analisis laju erosi pada DAS Ciseel menunjukkan bahwa pada tahun 2006 sebesar 28 ton/ha/th, tahun 2012 sebesar 44.2 ton/ha/th dan 2016 sebesar 49.9 ton/ha/th, sehingga termasuk pada kelas tingkat bahaya erosi II/tingan berdasarkan klasifikasi USDA. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat diperlihatkan bahwa laju erosi permukaan pada DAS Ciseel memberikan kontribusi kecil terhadap sedimentasi di Sagara Anakan. Simulasi perubahan tata guna lahan sebagai upaya untuk mengurangi laju erosi dari lahan pertanian kering menjadi area persawahan diharapkan dapat menurunkan laju erosi pada tahun 2016 hingga 24,7%.

Kata kunci: Erosi, Perubahan tata guna lahan, metode USLE (Universal Soil Loss Equation), Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciseel.

1. Pendahuluan

Kerusakan daerah aliran sungai (DAS) dipercepat oleh peningkatan pemanfaatan sumber daya alam sebagai akibat dari pertambahan penduduk dan perkembangan ekonomi, kebijakan yang belum berpihak kepada pelestarian sumber daya alam, serta masih kurangnya kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam konteks pemanfaatan dan pelestarian sumber daya alam [1]. Kelestarian DAS dan ekosistem di dalamnya mempunyai peranan yang sangat penting untuk menjaga keseimbangan alam, karena kerusakan daerah aliran sungai (DAS) akan mengakibatkan hilangnya kemampuan untuk menyimpan air, meningkatkan frekuensi banjir tahunan, menurunkan kuantitas dan kualitas air sepanjang tahun serta meningkatkan erosi tanah dan sedimentasi. Apabila erosi dan sedimentasi ini dibiarkan secara terus-menerus, maka akan terjadi kerusakan alam. Erosi umumnya disebabkan oleh pengelolaan suatu lahan tanpa meninjau kondisi tanahnya, misalnya lahan yang memiliki tingkat kecuraman yang tinggi digunakan sebagai lahan pertanian [2].

DAS Ciseel merupakan bagian dari DAS Citanduy, yang berlokasi di Selatan Provinsi Jawa Barat [3]. Secara geografis, DAS Ciseel berada pada wilayah administrasi 2 (dua) kabupaten dan 2 (dua) kota di Provinsi Jawa Barat, yaitu Kabupaten Ciamis, Kabupaten Tasikmalaya, Kota Banjar dan Kota Tasikmalaya [4].

DAS Ciseel berada pada kemiringan lereng sekitar 5-15%, dengan kondisi tutupan lahan didominasi oleh pertanian lahan kering. Intensitas hujan di DAS Ciseel cukup tinggi yaitu 187.77 mm/jam yang mengakibatkan berpotensi terjadinya erosi lahan di kawasan DAS. Erosi lahan ini berdampak pada pendangkalan muara Segara Anakan, yang merupakan muara dari Sungai Citanduy [5]

Dampak dari erosi tanah dapat menyebabkan sedimentasi di sungai sehingga dapat mengurangi daya tampung sungai, demikian pula yang terjadi pada DAS Ciseel karena telah banyak mengalami perubahan lingkungan terutama perubahan tata guna lahan di daerah hulu, maka erosi dan

sedimentasi yang terjadi di Sungai Ciseel cukup besar dan berdampak pada berkurangnya kemampuan Sungai Ciseel dalam menampung aliran air terutama pada saat musim hujan sehingga akan menyebabkan banjir. Maka langkah yang perlu dilakukan adalah melakukan pengelolaan terhadap DAS Ciseel tersebut. Oleh karena itu diperlukan kajian dengan tujuan untuk mengoptimalkan upaya pengelolaan DAS Ciseel dengan melihat kondisi lingkungan yaitu terjadinya erosi dan sedimentasi serta melakukan evaluasi terhadap kebijakan yang ada. Adapun aspek yang akan diteliti pada penelitian ini adalah mengkaji tingkat erosi dan sedimentasi di sungai Ciseel dan mengevaluasi upaya pengelolaan Daerah Aliran Sungai Ciseel supaya dapat dilakukan secara optimal.

2. Tinjauan Pustaka

Erosi tanah adalah suatu proses atau peristiwa hilangnya lapisan permukaan tanah atas, baik disebabkan oleh pergerakan air maupun angin. Proses erosi ini dapat menyebabkan merosotnya produktivitas tanah, daya dukung tanah dan kualitas lingkungan hidup. Permukaan kulit bumi akan selalu mengalami proses erosi, di suatu tempat akan terjadi pengikisan sementara di tempat lainnya akan terjadi penimbunan, sehingga bentuknya akan selalu berubah sepanjang masa. Peristiwa ini terjadi secara alamiah dan berlangsung sangat lambat, sehingga akibat yang ditimbulkan baru muncul setelah berpuluh bahkan beratus tahun kemudian. Proses hilangnya atau terkikisnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat yang terangkut oleh air atau angin ke tempat lain. Tanah yang tererosi diangkut oleh aliran permukaan akan diendapkan di tempat-tempat aliran air melambat seperti sungai, saluran-saluran irigasi, waduk, danau atau muara sungai. Hal ini berdampak pada mendangkalnya sungai sehingga mengakibatkan semakin seringnya terjadi banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau Erosi merupakan salah satu proses dalam DAS yang terjadi akibat dari pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuan lahan.

Erosi juga merupakan salah satu indikasi untuk menentukan kekritisitas suatu DAS. Besarnya erosi dan sedimentasi dari tahun ke tahun akan semakin bertambah apabila tidak dilakukan pengendalian atau pun pencegahan. Sifat-sifat tanah yang mempengaruhi erosi adalah tekstur, struktur, bahan organik, kedalaman, sifat lapisan tanah, dan tingkat kesuburan tanah. Berbagai tipe tanah mempunyai kepekaan terhadap erosi yang berbedabeda. Kepekaan erosi tanah atau mudah tidaknya tanah tererosi adalah fungsi berbagai interaksi sifat-sifat fisik dan kimia tanah. Sifat-sifat fisik dan kimia tanah yang mempengaruhi erosi adalah (1) sifat-sifat tanah yang mempengaruhi infiltrasi, permeabilitas, dan kapasitas menahan air, dan (2) sifat-sifat tanah yang mempengaruhi ketahanan struktur, terhadap dispersi, dan penghancuran agregat tanah oleh tumpukan butir-butir hujan dan aliran permukaan. Nilai erodibilitas tanah ditentukan oleh berbagai faktor. Tekstur berkaitan dengan kapasitas infiltrasi serta kemudahan tanah untuk terangkut pada saat terjadi erosi. Bahan organik selain menyuburkan tanah juga memperkuat agregat tanah. Struktur merupakan susunan saling mengikat antar butir tanah, sehingga semakin kuat struktur maka semakin tahan terhadap erosi. Permeabilitas berkaitan dengan kemampuan tanah dalam meloloskan air.

Tekstur tanah dan kandungan bahan organik tanah sangat berpengaruh terhadap nilai Indeks Erosi, sedangkan nilai Indeks Erosi tidak dapat ditunjukkan hanya dengan permeabilitas tanah. Dimana, semakin besar persentase tekstur tanah debu (silt), maka semakin besar pula nilai indeks erosi dan semakin kecil persentase tekstur tanah liat (clay) maka semakin besar nilai Indeks Erosi, sedangkan untuk persentase tekstur tanah pasir (sand) tergantung dari komposisi tekstur tanah debu (silt) dan tekstur tanah liat (clay). Selain itu, semakin besar persentase kandungan bahan organik tanah maka semakin kecil nilai indeks erosi. Sifat fisik yang dipengaruhi oleh bahan organik dalam kaitannya dengan erodibilitas tanah adalah struktur, tekstur dan permeabilitas tanah. Pengelolaan tanah yang intensif secara terus menerus tanpa mengistirahatkan tanah dan tanpa penambahan bahan organik berakibat

merusak struktur tanah. Selanjutnya berakibat pada permeabilitas tanah. Pada tanah tertentu permeabilitas tanahnya menjadi lambat. Permeabilitas lambat dan laju infiltrasi yang rendah mengakibatkan tingginya limasan permukaan yang pada akhirnya mempertinggi limpasan permukaan dan berakibat pada meningkatnya kehilangan tanah (erosi). Tanah dengan partikel tanah berukuran besar akan tahan terhadap erosi karena sukar diangkut, sedangkan tanah yang didominasi oleh partikel yang berukuran halus peka terhadap erosi karena adanya pengikisan bahan semen oleh hujan. Jadi tanah yang mudah tererosi adalah tanah berdebu.

Pada peristiwa erosi, tanah atau bagian-bagian tanah pada suatu tempat terkikis dan terangkut yang kemudian diendapkan di tempat lain. Pengikisan dan pengangkutan tanah tersebut terjadi oleh media alami, yaitu air dan angin. Di daerah beriklim basah erosi oleh air yang lebih sering terjadi. Proses erosi tanah yang disebabkan oleh air meliputi tiga tahap yang terjadi dalam keadaan normal di lapangan, yaitu tahap pertama pemecahan bongkah-bongkah atau agregat tanah kedalam bentuk butir-butir kecil atau partikel tanah, tahap kedua pemindahan atau pengangkutan butir-butir yang kecil sampai sangat halus tersebut, dan tahap ketiga pengendapan partikel-partikel tersebut di tempat yang lebih rendah atau di dasar sungai atau waduk. Erosi menyebabkan hilangnya lapisan tanah yang subur dan baik untuk pertumbuhan tanaman serta berkurangnya kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air.

Tanah dan bagian-bagian tanah yang terangkut oleh air dari suatu tempat yang mengalami erosi pada suatu daerah aliran sungai (DAS) dan masuk ke dalam suatu badan air secara umum disebut sedimen. Sedimen yang terbawa masuk ke dalam sungai hanya sebagian saja dari tanah yang tererosi dari tempatnya. Sebagian lagi dari tanah yang terbawa erosi akan mengendap pada suatu tempat di lahan di bagian bawah tempat erosi pada DAS tersebut. Sedimen yang dihasilkan oleh proses erosi dan terbawa oleh aliran air akan diendapkan pada suatu tempat yang kecepatannya melambat atau terhenti. Peristiwa pengendapan ini dikenal

dengan peristiwa atau proses sedimentasi, yaitu proses yang bertanggungjawab atas terbentuknya dataran-dataran alluvial yang luas dan banyak terdapat di dunia, merupakan suatu keuntungan oleh karena dapat memberikan lahan untuk perluasan pertanian atau permukiman.

Secara umum dapat dikatakan bahwa erosi dan sedimentasi merupakan proses terlepasnya butiran tanah dari induknya di suatu tempat dan terangkutnya material tersebut oleh gerakan air atau angin kemudian diikuti oleh pengendapan material yang terangkut di tempat yang lain. Proses erosi dan sedimentasi ini baru mendapat perhatian cukup serius oleh manusia pada sekitar tahun 1940-an, setelah menimbulkan kerugian yang cukup besar, baik berupa merosotnya produktivitas tanah serta yang tidak kalah penting adalah rusaknya bangunan-bangunan keairan. Daerah pertanian merupakan lahan yang paling rentan terhadap terjadinya proses erosi. Erosi dan sedimentasi dapat mengurangi kapasitas sungai/saluran air. Erosi tanah tidak hanya berpengaruh pada lahan dimana terjadi erosi, tetapi juga di daerah hilirnya dimana material sedimen diendapkan [6]

Dampak lainnya dari proses sedimentasi di sungai adalah terjadinya pengendapan sedimen di dasar sungai yang menyebabkan naiknya dasar sungai, kemudian menyebabkan tingginya muka air sehingga berakibat sering terjadi banjir yang menimpa lahan-lahan yang tidak dilindungi. Erosi tanah tidak hanya berpengaruh negatif pada lahan dimana terjadi erosi, tetapi juga di daerah hilirnya dimana material sedimen diendapkan. Banyak bangunan-bangunan sipil di daerah hilir akan terganggu, saluran-saluran, jalur navigasi air, waduk-waduk akan mengalami pengendapan sedimen. Di samping itu kandungan sedimen yang tinggi pada air sungai juga akan merugikan pada penyediaan air bersih yang bersumber dari air permukaan, biaya pengelolaan akan menjadi lebih mahal.

Oleh karena itu, penelitian mengenai erosi lahan di DAS Ciseel perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa besar dampak dari erosi

terhadap pendangkalan di Segara Anakan dengan menitik beratkan pada 2 (dua) parameter utama, yaitu parameter fungsi dari tutupan lahan (C) dan parameter fungsi kontrol tindakan terhadap erosi (P). Dengan adanya studi mengenai dampak perubahan tata guna lahan dapat membantu untuk meminimalkan terjadinya erosi lahan secara berlebihan, sehingga sedimentasi yang terjadi di Segara Anakan berkurang.

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan nilai luas perubahan tata guna lahan dan nilai laju erosi lahan yang terjadi pada DAS Ciseel, sehingga dampak dari perubahan nilai jenis tutupan lahan (C) dan parameter tindakan kontrol erosi (P) akan terlihat terhadap besarnya laju erosi.

3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk mendapatkan nilai perubahan tata guna lahan yaitu dengan melakukan perbandingan antara tata guna lahan yang lain. Untuk selanjutnya disortir sesuai dengan kelas lereng dan jenis tanahnya agar luas perubahan tata guna lahan tetap sesuai dengan luas keseluruhan DAS Ciseel.

Metode *Universal Soil Loss Equation (USLE)* digunakan untuk memprediksi besarnya tingkat erosi. USLE adalah suatu model perhitungan erosi lahan yang dirancang khusus untuk memprediksi rata-rata erosi jangka panjang dan erosi lapisan (*sheet erosion*) termasuk di dalamnya erosi alur pada suatu keadaan tertentu. [7-8]. USLE sebagai suatu model erosi dirancang untuk memprediksi erosi rata-rata jangka panjang dari erosi lembar (*sheet erosion*) atau alur (*trench erosion*) di bawah keadaan tertentu. Metode ini juga bermanfaat untuk tanah tempat bangunan dan penggunaan non-pertanian, tetapi metode ini tidak dapat memprediksi pengendapan dan tidak memperhitungkan hasil sedimen dari erosi.

Penelitian mengenai tingkat erosi lahan dengan metode USLE telah dilaksanakan di berbagai lokasi, seperti di wilayah PSDA Lumajang [9] DAS Dawas, Banyuwasin [10], DAS Saba [11], DAS Kreo Hulu [12], DAS Krueng Raya [13], DAS Cisadane, Kab. Bogor

[14], DAS Cimuntur [15], DAS Krueng Pirak [16], DAS Poboya [17], Kawasan Taman Nasional Lore Lindu [18], DAS Panasen [19]. Penelitian dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) juga telah dilakukan oleh Sutapa [20], Pham dkk [21], Tunas [22]. Erosi yang terjadi selanjutnya dihitung pada masing-masing unit lahan, dilanjutkan dengan perhitungan laju rata-rata erosi dari suatu bidang tanah. Persamaan USLE mengelompokkan berbagai parameter fisik dan pengelolaan yang mempengaruhi laju erosi ke dalam lima parameter utama. Ditunjukkan pada persamaan berikut: [23]

$$Ea = R \times K \times LS \times C \times P \quad (1)$$

Dengan:

- E_a : banyaknya tanah yang hilang [ton/ha/tahun],
 R : faktor erosivitas hujan,
 K : faktor erodibilitas tanah,
 LS : faktor penunjang dan kemiringan lereng,
 C : faktor penutup lahan, dan
 P : faktor tindakan konservasi.

Untuk nilai faktor erosivitas hujan ditunjukkan pada persamaan berikut: [24]

$$EL_{30} = 6.21(RAIN)^{1.21} (DAY)^{-0.47} (MAXP)^{0.53} \quad (2)$$

Dengan:

- EL_{30} : faktor erosivitas hujan rata-rata bulanan,
 $RAIN$: curah hujan rata-rata bulanan [cm],
 $DAYS$: jumlah hari hujan rata-rata per bulan [hari], dan
 $MAXP$: curah hujan maksimum rata-rata dalam waktu satu tahun [cm].

Nilai faktor erodibilitas tanah secara cepat bisa ditentukan dengan terlebih dahulu mengetahui jenis tanahnya, seperti pada tabel.1, faktor kemiringan lereng (LS) bisa langsung ditentukan dengan cara mengklasifikasikan berdasarkan kelas lereng seperti pada tabel. 2. Sedangkan parameter penutup lahan (C) yang diperlihatkan pada tabel 3. menunjukkan keseluruhan pengaruh dari vegetasi, kondisi tanah dan pengelolaan lahan terhadap besarnya tanah yang hilang (erosi).

Tabel 1 Faktor erodibilitas tanah (K)

Jenis tanah	Nilai K
Regosol abu-abu	0.304
Regosol Coklat	0.346
Komplek podsolik kuning dan tanah hydromorphic abu-abu	0.249
Grumosol abu-abu hitam	0.187
Alluvial	0.156
Latosol merah	0.075

Tabel 2 Faktor kemiringan lereng (LS)

Kelas Lereng	Kemiringan Lereng (%)	Nilai LS
A	0 – 5	0.25
B	5 – 15	1.20
C	15 – 35	4.25
D	35 – 50	9.50
E	>50	12.00

Tabel 3 Parameter penutup lahan (C)

Klasifikasi Penggunaan Lahan	Faktor C Rata-rata
Hutan lebat	0.002
Hutan lindung	0.006
Semak belukar	0.014
Lahan pertanian	0.377
Padang rumput	0.11

Parameter tindakan kontrol erosi ini ditekankan pada faktor pola tanam, karena faktor tersebut merupakan salah satu faktor yang dominan dalam terjadinya erosi lahan. Pada penelitian ini diasumsikan semua tata guna lahan menggunakan Pola tegak lurus lereng dimana nilai P sebesar 0.7.

Tabel 4 Parameter tindakan kontrol erosi (P)

Jenis Tindakan Kontrol Erosi	Faktor P
Pola Mengikuti Lereng	1.0
Pola Tegak Lurus Lereng	0.75
Lahan Pertanian	0.50
Bertingkat	
Pola Berjajar Tegak Lurus Lereng	0.37
Pola Berjajar, Berkontur	0.25

Tabel 5 Nilai C dan P untuk berbagai macam tata guna lahan

Tata guna lahan	C	P
Sawah	0.05	0.02
Perkampungan	0.3	0.15
Tegalan / Ladang	0.45	0.25
Padang rumput /	0.45	0.25

Semak belukar		
Hutan / perkebunan	0.02	0.6
Tubuh air	0	0

Hasil perhitungan nilai laju erosi dengan menggunakan rumus USLE kemudian diklasifikasi menjadi lima kelas, yaitu sangat ringan, ringan, sedang, berat dan sangat berat seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 6 Kelas tingkat bahaya erosi

Kelas TBE	Kehilangan tanah (ton/ha/th)	Keterangan
I	< 15	Sangat ringan
II	16 – 60	Ringan
III	60 – 180	Sedang
IV	180 – 480	Berat
V	>480	Sangat berat

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciseel

Letak astronomis DAS Ciseel berada pada 49 M 213128,344; 9156694,116 UTM (-7.62138°LS; 108.40°BT). DAS Ciseel yang terletak pada DAS Citanduy bagian hilir, berdasarkan hasil analisa dengan bantuan GIS mempunyai luas sekitar 61.905,1 Ha. Secara geografis, DAS Ciseel berada pada wilayah administrasi 2 (dua) kabupaten dan 2 (dua) kota di Provinsi Jawa Barat, yaitu Kabupaten Ciamis, Kabupaten Tasikmalaya, Kota Banjar dan Kota Tasikmalaya.

Panjang rata-rata sungai utama DAS Ciseel sekitar 7,1 km dengan gradien sungai agak rendah yakni 0,73 %.

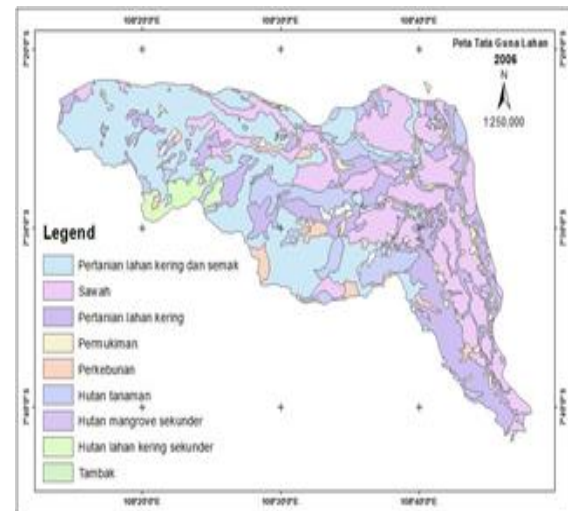
Sebagian besar wilayah DAS Ciseel berada pada kisaran curah hujan lebih besar dari 2000 mm/tahun (kriteria tinggi), dimana luasan wilayah tersebut meliputi 77 % dari luas DAS Ciseel, sedangkan sebagian kecil wilayah di hilir DAS Ciseel mendapatkan curah hujan yang lebih kecil dari 2000 mm/tahun.

3.2 Perubahan tata guna lahan DAS Ciseel 2006 - 2016

Perubahan tata guna lahan yang terjadi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciseel pada periode 2006 – 2012 dapat dianalisis berdasarkan peta tata guna lahan. Dengan menggunakan *software* ArcGIS, seperti

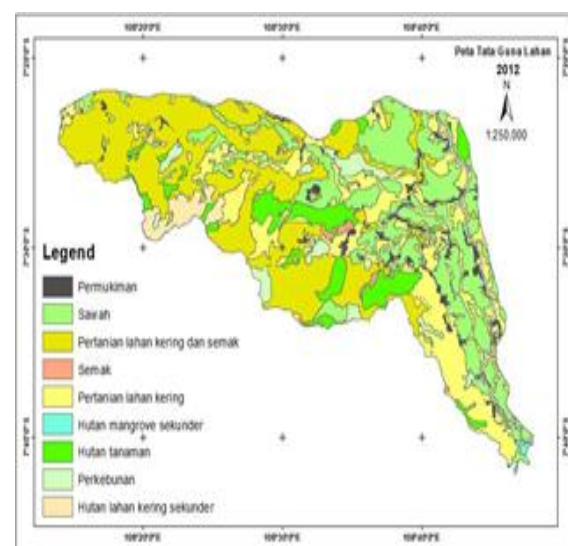
ditunjukkan pada gambar 1, 2, dan 3 di bawah ini. Perubahan tata guna lahan yang terjadi diperlihatkan pada tabel 7.

Luas dari Daerah Aliran Sungai Ciseel dihitung dengan menggunakan *software* ArcGIS, seperti ditunjukkan pada gambar 1, 2, dan 3 di bawah ini.



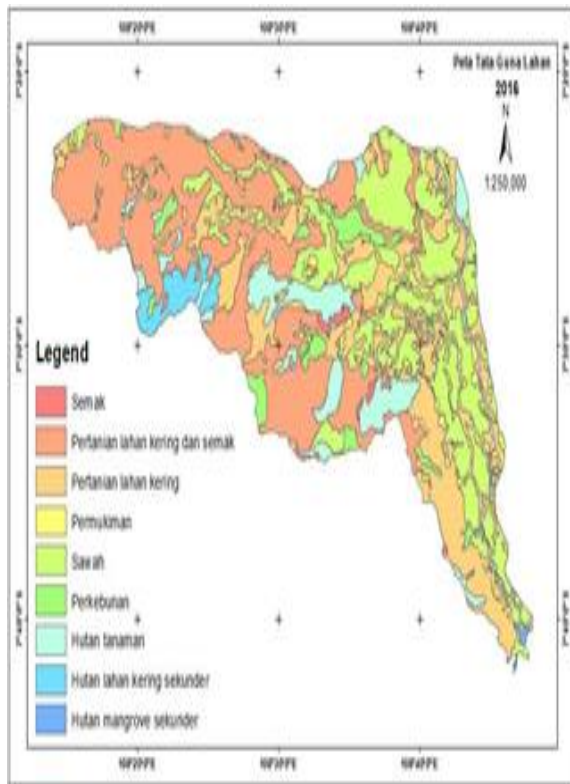
Gambar 1. Peta tata guna lahan tahun 2006

Sumber: Kementerian Kehutanan



Gambar 2. Peta tata guna lahan tahun 2012

Sumber: Kementerian Kehutanan



Gambar 3. Peta tata guna lahan tahun 2016
Sumber: Kementerian Kehutanan

Luasan tiap masing-masing tata guna lahan seperti ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 7 Luas tata guna lahan

Jenis tata guna lahan	2006 (ha)	2012 (ha)	2016 (ha)
Hutan lahan kering sekunder	2611.873	2553.323	2610.467
Hutan mangrove sekunder	216.276	228.009	246.660
Hutan tanaman	8652.737	7925.328	7643.030
Perkebunan	2318.259	2096.604	3484.520
Permukiman	2541.556	2189.376	2618.902
Pertanian lahan kering	20854.66	15060.25	21736.95
Pertanian lahan kering dan semak	32880.52	42739.77	33977.94
Sawah	26366.19	23825.56	24250.87
Semak	830.339	690.117	738.993
Tambak	35.858	0.000	0.000

Erosivitas hujan (R)

Hasil dari perhitungan erosivitas menggunakan data dari Balai Besar Wilayah Sungai Citanduy seperti ditunjukkan pada tabel di bawah ini

Tabel 8 Erosivitas hujan (R) tahun 2006

No	Bulan	Rain (cm)	Days (hari)	Max _p (cm)	EL ₃₀
1	Januari	11.968	6.250	1.385	61.942
2	Februari	9.417	6.179	1.741	52.601
3	Maret	7.401	4.679	1.819	45.841
4	April	10.745	6.179	2.009	66.566

5	Mei	7.668	5.357	1.689	43.173
6	Juni	0.833	1.214	0.488	3.060
7	Juli	0.506	1.250	0.254	1.169
8	Agustus	0.099	0.286	0.071	0.165
9	September	0.000	0.000	0.000	0.000
10	Oktober	0.164	0.357	0.071	0.276
11	November	5.031	1.964	1.807	43.065
12	Desember	7.709	5.857	1.681	41.566
					359.423

Tabel 9 Erosivitas hujan (R) tahun 2012

No	Bulan	Rain (cm)	Days (hari)	Max _p (cm)	EL ₃₀
1	Januari	11.606	6.679	1.806	66.601
2	Februari	8.010	5.571	1.644	44.049
3	Maret	7.214	5.643	1.329	34.467
4	April	10.051	5.214	2.654	77.074
5	Mei	4.815	2.821	1.457	30.727
6	Juni	0.623	1.071	0.218	1.491
7	Juli	0.507	0.500	0.179	1.496
8	Agustus	0.000	0.000	0.000	0.000
9	September	0.163	0.321	0.084	0.311
10	Oktober	6.348	2.357	1.979	54.946
11	November	12.216	6.321	2.089	78.539
12	Desember	15.286	7.750	2.624	105.626
					495.325

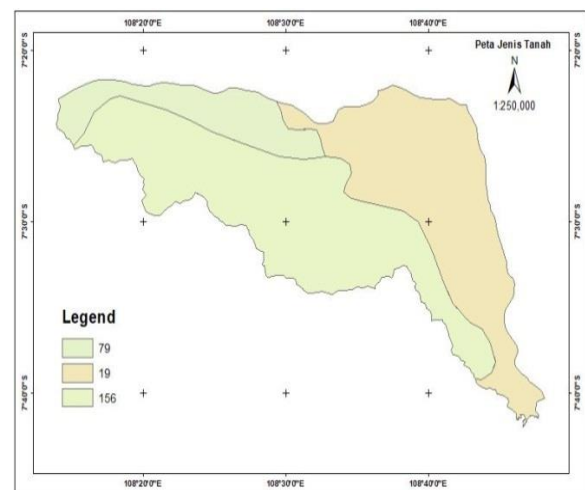
Tabel 10 Erosivitas hujan (R) tahun 2016

No	Bulan	Rain (cm)	Days (hari)	Max _p (cm)	EL ₃₀
1	Januari	10.032	6.000	2.400	68.257
2	Februari	10.836	5.929	2.011	68.604
3	Maret	6.550	4.357	1.539	37.427
4	April	6.493	4.857	1.911	39.460
5	Mei	6.564	5.143	1.082	28.799
6	Juni	5.836	3.500	1.814	39.360
7	Juli	6.221	4.000	1.918	41.135
8	Agustus	4.850	2.357	2.171	41.676
9	September	6.289	4.000	1.861	41.016
10	Oktober	9.833	4.929	2.818	79.561
11	November	10.693	5.429	2.964	86.437
12	Desember	8.779	5.286	1.796	52.869
					624.601

Sumber: Hasil analisis

Erodibilitas tanah (K)

Nilai K yang digunakan mengacu pada hasil penelitian jenis-jenis tanah yang dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Bandung, ditampilkan pada gambar 4 dan tabel 11.



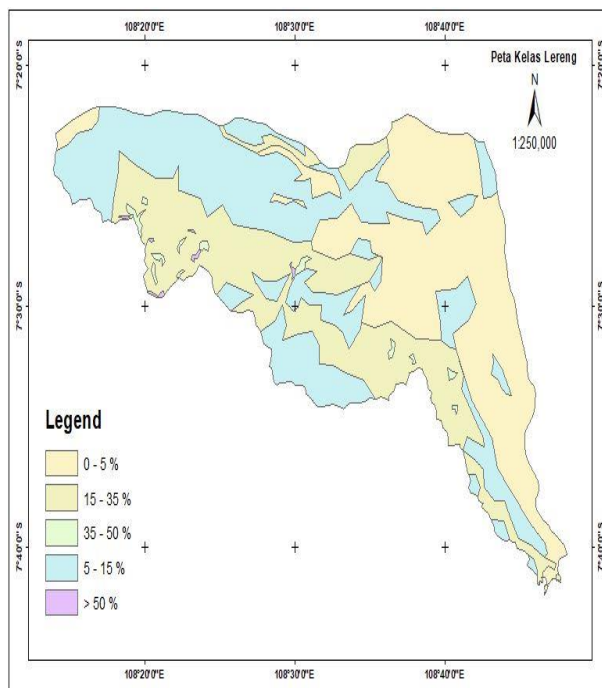
Gambar 4 Peta jenis tanah

Tabel 11 Nilai Erodibilitas Tanah (K)

Kode	Jenis tanah	Nilai K
156	Podsolik kuning	0.249
79	Grumosol abu-abu hitam	0.187
19	Alluvial	0.156

Kemiringan lereng (LS)

Dari hasil pengolahan peta kelas lereng diketahui bahwa DAS Ciseel rata-rata berada pada kemiringan 5-15%. Seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 5 Kelas lereng DAS Ciseel

Tabel 12 Kelas Lereng DAS Ciseel

No	Kelas	Luas (ha)	Nilai LS
1	0 – 5 %	32643.409	0.25
2	5 – 15 %	35749.274	1.20
3	15 – 35 %	27874.558	4.25
4	35 – 50 %	863.011	9.50
5	>50 %	177.992	12.00
Luas total		97308.27	

Sumber: Hasil analisis

Erosi pada DAS Ciseel

Erosi yang terjadi pada DAS Ciseel pada tahun 2006, 2012 dan 2016 termasuk kedalam kelas ringan sesuai dengan klasifikasi tingkat

bahaya erosi yang dikeluarkan Kementerian Kehutanan, seperti ditunjukkan pada tabel 13 di bawah ini

Tabel 13 Erosi pada DAS Ciseel

Jenis tata guna lahan	2006 (ton/th)	2012 (ton/th)	2016 (ton/th)
Hutan lahan kering sekunder	3725.44	6017.64	7714.673
Hutan mangrove sekunder	11.37	86.78	143.41
Hutan tanaman	38725.98	50872.41	64926.92
Perkebunan	7558.89	8212.18	15026.17
Permukiman	21429.04	28132.52	37153.81
Pertanian lahan kering	786733.53	908969.01	1388596.86
Pertanian lahan kering, semak	1797442.42	3233983.99	3248642.36
Sawah	36277.96	42141.984	54021.00
Semak	33161.87	28770.089	45001.93
Tambak	0.000	0.000	0.000
Erosi total	2725066.49	4307186.61	4861227.14

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 14 Laju erosi pada DAS Ciseel

Tahun	Luas Area (Ha)	Ea (ton/th)	Laju Erosi (ton/ha/th)
2006	97308.28	2725066.49	28.01
2012	97308.28	4307186.61	44.26
2016	97308.28	4861227.14	49.96

Sumber: Hasil Analisis

Simulasi tata guna lahan

Untuk mengurangi besarnya jumlah laju erosi, pada penelitian ini dilakukan sebuah simulasi dimana tata guna lahan yang semula berupa Pertanian lahan kering dengan nilai C sebesar 0.377 diubah menjadi persawahan dengan nilai C sebesar 0.05 dan nilai P masih sama sebesar 0.75. Seperti ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 15 Hasil simulasi pertanian lahan kering menjadi sawah

Tahun	Laju erosi aktual (ton/ha/th)	Laju erosi sesudah perubahan C (ton/ha/th)	Persentase pengurangan (%)
2006	28.004	20.992	25.04
2012	44.263	36.161	18.31
2016	49.957	37.579	24.78

Sumber: Hasil analisis

Berdasarkan tabel 15, dapat terjadi pengurangan volume erosi yang memasuki badan sungai Ciseel hingga 24,78% pada

tahun 2016. Namun mengingat bahwa terdapat volume sedimen yang masuk ke dalam badan sungai akibat erosi, dapat dilakukan normalisasi sungai seperti yang dilakukan di sungai Cijere [25], atau dengan perlindungan terhadap aliran sungai [26-27].

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian terhadap erosi yang terjadi pada DAS Ciseel, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sebagian besar jenis tata guna lahan pada DAS Ciseel adalah Pertanian lahan kering yang cukup besar memberikan dampak terhadap besarnya nilai erosi.
2. Laju erosi pada DAS Ciseel tergolong pada kelas ringan, yaitu tahun 2006 sebesar 28.004 (th/ha/th), tahun 2012 sebesar 44.263 (ton/ha/th) dan tahun 2016 sebesar 49.957 (ton/ha/th). Menurut data dari Balai Besar Wilayah Sungai Citanduy tahun 2010 menyebutkan bahwa tingkat erosi DAS Citanduy mencapai 73.144.000 ton/th. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa DAS Ciseel hanya menyumbangkan sebesar 6.55% sedimentasi terhadap Sagara Anakan.
3. Hasil dari simulasi tata guna lahan dimana nilai C pada pertanian lahan kering diubah menjadi C sawah memberikan pengaruh yang sangat besar pada penurunan tingkat laju erosi lahan pada tahun 2006, 2012 dan 2016, berturut-turut sebesar 25.04%, 18.30%, dan 24.78%

Daftar Pustaka

- [1] Nursa'ban, M. 2006. Pengendalian erosi tanah sebagai upaya melestarikan kemampuan fungsi lingkungan. *Jurnal Geomedia*, 4(2), 93-116.
- [2] Sianawati, I. H. 2013. *Kamus Istilah Hidrologi Teknik*. Gramedia Pustaka Utama.
- [3] Lembaran Negara RI. 2012. Undang-Undang No. 12 tahun 2012 tentang Penetapan Wilayah Sungai.
- [4] Junaidi, E. & Maryani, R. 2013. Pengaruh Dinamika Spasial Sosial Ekonomi pada Suatu Lanskap Daerah Aliran Sungai (DAS) terhadap Keberadaan Lanskap Hutan (Studi Kasus Pada Das Citanduy Hulu Dan Das Ciseel, Jawa Barat). *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 10(2), 122-139. <https://doi.org/10.20886/jpsek.2013.10.2.122-239>

- [5] Hariati, F., Saputra, D., Alimuddin, A., & Yanuarsyah, I. 2020. Dampak Peningkatan Intensitas Hujan dan Tutupan Lahan terhadap Debit Banjir Puncak Sungai Ciseel. *Jurnal Komposit*, 4(1), 13-18. <http://dx.doi.org/10.32832/komposit.v4i1.3748>
- [6] Hariati, F., Ajiwibowo, H., Nugroho, J., & Hadihardaja, I. K. 2021. Simulating saltwater intrusion in the vicinity of Segara Anakan Estuary and its potential impact to the lowland agriculture. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2409, No. 1, p. 020013). AIP Publishing LLC. <https://doi.org/10.1063/5.0067610>
- [7] Nugraheni, A., Sobriyah, S., & Susilowati, S. 2013. Perbandingan hasil prediksi laju erosi dengan metode USLE, MUSLE, RUSLE di DAS Keduang. *Matriks Teknik Sipil*, 1(3).
- [8] Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. 1978. *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning* (No. 537). Department of Agriculture, Science and Education Administration.
- [9] Ahmad, H. 2016. Perkiraan Tingkat Bahaya Erosi Menggunakan *Universal Soil Loss Equation* (USLE) dan GIS di Wilayah UPT PSDA Lumajang. *Repository Universitas Jember*. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/76495>
- [10] Alie, M. E. R. 2015. *Kajian Erosi Lahan Pada DAS Dawas Kabupaten Musi Banyuasin-Sumatera Selatan* (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- [11] Dewi, I. G. A. S. U., Trigunasih, N. M., & Kusmawati, T. 2012. Prediksi erosi dan perencanaan konservasi tanah dan air pada Daerah Aliran Sungai Saba. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 1(1), 12-23.
- [12] Fauzi, R. M. Z., & Maryono, M. 2017. Kajian erosi dan hasil sedimen untuk konservasi lahan DAS Kreo Hulu. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 12(4), 429-445.
- [13] Fachruddin, F., Sirait, S., Alimuddin, A., & Ramli, I. 2021. Kajian Tingkat Bahaya Erosi dan Kekritisan Pada DAS Krueng Raya, Provinsi Aceh Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 9(2), 154-164.
- [14] Herawati, T. 2010. Analisis Spasial Tingkat Bahaya Erosi di Wilayah DAS Cisadane Kabupaten Bogor. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 7(4), 413-424.
- [15] Kusdian, D., & Primawardhana, I. 2021. Analisis Perubahan Tata Guna Lahan terhadap Laju Sedimen pada DAS Cimuntur. In *Seminar Nasional Ketekniksipilan, Infrastruktur dan Industri Jasa Konstruksi (KIIJK)* (Vol. 1, No. 1, pp. 327-334).
- [16] Munzir, T., Akbar, H., & Rafli, M. 2019. Kajian Erosi Tanah dan Teknik Konservasi Tanah di Sub DAS Krueng Pirak Kabupaten Aceh Utara. *Jurnal Agrium*, 16(2), 126-134.
- [17] Paarrang, L., Hasanah, U., & Monde, A. 2016. Prediksi Erosi Daerah Aliran Sungai Poboya. *Mitra Sains*, 4(1), 66-75.
- [18] Pagiu, S. 2005. Prediksi erosi tanah di Sub DAS Miu pada Kawasan Taman Nasional Lore Lindu (TNLL). *AgriSains*, 6(3).
- [19] Rantung, M. M., Binilang, A., Wuisan, E. M., & Halim, F. 2013. Analisis Erosi dan Sedimentasi Lahan di Sub DAS Panasen Kabupaten Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*, 1(5).

- [20] Sutapa, I. W. 2010. Analisis Potensi Erosi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) di Sulawesi Tengah. *SMARTek*, 8(3).
- [21] Pham, T. G., Degener, J., & Kappas, M. 2018. Integrated Universal Soil Loss Equation (USLE) and Geographical Information System (GIS) for Soil Erosion Estimation in A Sap Basin: Central Vietnam. *International Soil and Water Conservation Research*, 6(2), 99-110.
- [22] Tunas, I. G. 2005. Prediksi erosi lahan DAS bengkulu dengan sistem informasi geografis (SIG). *SMARTek*, 3(3)
- [23] Bols, P. 1978. The Iso-erodent map of Java and Madura. Belgian technical assistance project ATA 105. *Soil Research Institute, Bogor*.
- [24] Roose, E. 1996. Land husbandry: components and strategy (Vol. 70). Rome: FAO.
- [25] Taqwa, F. M. L. 2017. Perencanaan Normalisasi Arus Sungai Cijere di Ds. Pasirmukti Kec. Citeureup Kab. Bogor. *Jurnal Komposit*, 1(2), 87-99.
- [26] Fadli, M., Hariati, F., Chayati, N., & Taqwa, F. M. L. 2021. Perlindungan Tebing Sungai Ciliwung dengan Dinding Kantilever Ruas Kampung Legok Nyenang, Kabupaten Bogor. *Jurnal Komposit*, 5(1), 17-23
- [27] Chayati, N., Hariati, F., Alimuddin, A., Taqwa, F. M. L., & Ilham, M. 2022. Perencanaan Stabilitas Lereng Timbunan untuk Perbaikan Saluran Irigasi Sugih, Desa Cibedug, Kecamatan Ciawi, Kab. Bogor. *Rona Teknik Pertanian*, 15(1), 1-12. <https://doi.org/10.17969/rtp.v15i1.18959>