

Analisis Intensitas Curah Hujan Berdasarkan Durasi dan Periode Ulang untuk Perencanaan Dewatering Tambang

Desmawita^{*}, Hardiansyah, Devit Rahmawati, Marisa Oktavia

Fakultas Teknik, Teknik Pertambangan, Universitas Muara Bungo, Jambi, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 21 Mei 2026
Revisi Akhir: 22 Juni 2026
Diterbitkan Online: 17 Juli 2026

KATA KUNCI

Intensitas Curah Hujan
Kurva IDF
Dewatering Tambang

KORESPONDENSI^(*)

Phone: +62 821-8018-1815
E-mail: desmawita999@gmail.com

A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan durasi hujan dan periode ulang terhadap intensitas curah hujan untuk mendukung perencanaan sistem dewatering tambang di PT. Era Perkasa Mining, Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau. Data yang digunakan berupa curah hujan harian maksimum tahunan periode 2019–2023. Analisis dilakukan menggunakan distribusi Gumbel untuk menentukan curah hujan rencana dan metode Mononobe untuk menghitung intensitas curah hujan. Selanjutnya dilakukan analisis regresi linear berganda untuk mengetahui pengaruh durasi hujan dan periode ulang terhadap intensitas curah hujan. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata curah hujan sebesar 37,44 mm dengan simpangan baku 11,62 mm. Curah hujan rencana meningkat dari 25,19 mm pada periode ulang 1,25 tahun menjadi 91,73 mm pada periode ulang 100 tahun. Intensitas hujan tertinggi sebesar 132,16 mm/jam terjadi pada durasi 5 menit dan menurun menjadi 44,08 mm/jam pada durasi 180 menit. Model regresi yang diperoleh adalah $Y = 112,16 - 1,225X_1 + 1,565X_2$. Hasil uji korelasi dan uji-t menunjukkan bahwa durasi hujan dan periode ulang berpengaruh signifikan terhadap intensitas curah hujan. Penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar evaluasi kapasitas pompa, *sump*, dan sistem penyaliran tambang secara lebih terukur.

PENDAHULUAN

Curah hujan menjadi faktor utama dalam kegiatan tambang terbuka karena langsung mempengaruhi kondisi *front* penambangan, jalan angkut, *sump*, dan kapasitas pompa dewatering. Intensitas hujan yang tinggi meningkatkan debit limpasan sehingga genangan air lebih cepat terbentuk pada area kerja tambang. Kondisi ini menyebabkan gangguan operasional dan penurunan produktivitas alat tambang. Penelitian mengenai sistem penyaliran tambang menunjukkan bahwa perencanaan dewatering harus mempertimbangkan curah hujan rencana dan kapasitas pompa secara akurat [1].

Sistem dewatering tambang memegang peran penting dalam menjaga keberlanjutan operasi penambangan batubara. Air limpasan yang tidak tertangani menyebabkan lereng menjadi lunak, meningkatkan risiko longsor, dan menghambat mobilitas alat berat. Penelitian mengenai sistem penyaliran tambang menunjukkan bahwa keseimbangan antara debit air masuk dan kapasitas pemompaan menentukan efektivitas pengelolaan air tambang [2].

PT. Era Perkasa Mining merupakan perusahaan tambang batubara yang beroperasi di Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau. Kegiatan penambangan dilakukan dengan metode tambang terbuka sehingga area *pit* langsung menerima air hujan. Kondisi geografis dan tingginya curah hujan di wilayah operasi menyebabkan genangan air sering muncul pada area kerja. Perusahaan menggunakan pompa tipe HL200/CAT200 untuk mendukung sistem penyaliran tambang. Kapasitas pompa harus sesuai dengan debit limpasan yang masuk ke *sump* agar operasi penambangan tetap berjalan.

Data curah hujan di lokasi penelitian menunjukkan variasi intensitas hujan pada setiap periode ulang dan durasi hujan. Nilai intensitas hujan tertinggi mencapai 132,16 mm/jam pada durasi 5 menit dan periode ulang 1,25 tahun. Intensitas

hujan menurun menjadi 44,08 mm/jam pada durasi 180 menit dan periode ulang 100 tahun. Perubahan nilai intensitas ini menunjukkan adanya hubungan antara durasi hujan, periode ulang, dan intensitas curah hujan yang mempengaruhi sistem dewatering tambang.

Permasalahan utama pada lokasi penelitian terletak pada belum optimalnya analisis hubungan antara durasi hujan dan periode ulang terhadap intensitas curah hujan untuk kebutuhan perencanaan pompa tambang. Perhitungan curah hujan rencana pada beberapa penelitian sebelumnya lebih banyak fokus pada metode distribusi probabilitas tanpa menghubungkan variabel hidrologi menggunakan pendekatan statistik regresi. Kondisi tersebut menyebabkan evaluasi pengaruh masing-masing variabel terhadap intensitas hujan belum tergambar secara kuantitatif.

Penelitian terdahulu membahas sistem penyaliran tambang menggunakan metode distribusi Gumbel dan Mononobe untuk menentukan debit limpasan dan kapasitas *sump*. Penelitian pada tambang granit di Karimun menunjukkan bahwa curah hujan rencana sangat mempengaruhi kebutuhan kapasitas kolam pengendapan dan jumlah pompa dewatering [1]. Penelitian lain pada tambang batubara PT Krida Makmur Bersama juga menggunakan analisis curah hujan dan catchment area untuk menentukan kapasitas pompa dan rancangan *sump* [3].

Kajian mengenai distribusi probabilitas curah hujan pada tambang batubara menunjukkan bahwa metode Gumbel memberikan nilai curah hujan rencana tertinggi dibanding distribusi Normal, Log Normal, dan Log Pearson III. Penelitian tersebut menegaskan bahwa pemilihan metode distribusi sangat menentukan hasil perencanaan sistem penyaliran tambang [4]. Penelitian lain juga menjelaskan bahwa metode E.J. Gumbel efektif digunakan untuk memprediksi curah hujan rencana pada desain fasilitas pengelolaan air tambang [5].

Beberapa penelitian statistik sebelumnya menggunakan regresi linear sederhana untuk menganalisis pengaruh curah hujan terhadap kegiatan tambang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa curah hujan mempengaruhi produktivitas *overburden removal* dan kondisi operasional tambang [6]. Akan tetapi penelitian tersebut belum mengkaji hubungan simultan antara durasi hujan dan periode ulang terhadap intensitas curah hujan menggunakan regresi linear berganda pada sistem dewatering tambang.

Gap penelitian pada studi ini terletak pada integrasi analisis distribusi probabilitas Gumbel dengan regresi linear berganda untuk mengevaluasi pengaruh durasi hujan dan periode ulang terhadap intensitas curah hujan. Penelitian sebelumnya lebih dominan membahas debit limpasan, kapasitas *sump*, dan pemilihan distribusi probabilitas. Kajian mengenai hubungan matematis antar variabel hidrologi untuk mendukung evaluasi kemampuan pompa tambang masih terbatas, khususnya pada area tambang batubara di Kabupaten Indragiri Hulu.

Penelitian ini bertujuan menganalisis intensitas curah hujan berdasarkan durasi hujan dan periode ulang menggunakan metode distribusi Gumbel dan regresi linear berganda pada area tambang PT. Era Perkasa Mining. Penelitian ini juga bertujuan menentukan hubungan statistik antara durasi hujan, periode ulang, dan intensitas curah hujan sebagai dasar evaluasi sistem dewatering tambang. Hasil penelitian diharapkan membantu perusahaan dalam menentukan kapasitas pompa, perencanaan *sump*, dan pengendalian air tambang secara lebih terukur dan sesuai kondisi lapangan.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Penyaliran Tambang (Dewatering)

Sistem penyaliran tambang pada metode tambang terbuka memiliki peranan penting dalam menjaga kelancaran operasi penambangan, karena aktivitas tambang sangat dipengaruhi oleh kondisi curah hujan dan masuknya air ke area *pit*. Air tambang umumnya berasal dari limpasan permukaan akibat hujan serta rembesan air tanah melalui rekahan dan pori batuan. Akumulasi air di lantai tambang dapat menyebabkan genangan, mengganggu aktivitas alat gali-muat dan alat angkut, mempercepat kerusakan jalan tambang, serta meningkatkan potensi ketidakstabilan lereng tambang. Oleh karena itu, diperlukan sistem penyaliran tambang yang efektif untuk mengendalikan debit air yang masuk ke area penambangan agar produktivitas dan keselamatan kerja tetap terjaga [7].

Pengendalian air tambang pada umumnya dilakukan melalui pendekatan *mine dewatering*, yakni pengurasan air yang telah masuk ke dalam *pit* menggunakan sistem pemompaan, dan *mine drainage*, yakni pencegahan masuknya air melalui pekerjaan sipil seperti saluran drainase, kolam penampung (*sump*), dan tanggul. Perencanaan kapasitas sistem

pemompaan yang tepat membutuhkan analisis hidrologi yang akurat, terutama dalam menentukan debit limpasan rencana berdasarkan data curah hujan [1].

Analisis Curah Hujan dan Distribusi Frekuensi

Analisis curah hujan digunakan untuk memprediksi pola hujan pada lokasi dan periode tertentu berdasarkan data historis. Hasil analisis ini membantu menghitung potensi debit air yang masuk ke suatu wilayah, terutama untuk perencanaan pengendalian banjir, drainase, dan sistem penyaliran tambang. Data curah hujan rencana juga digunakan untuk menentukan kapasitas saluran, *sump*, dan pompa agar genangan air tidak mengganggu aktivitas operasional [5].

Analisis frekuensi curah hujan dilakukan untuk menentukan besarnya hujan rencana pada periode ulang tertentu yang digunakan dalam perencanaan bangunan hidrologi dan sistem drainase. Periode ulang merupakan rata-rata waktu terjadinya suatu kejadian hujan dengan intensitas tertentu yang kemungkinan dapat terulang atau terlampaui dalam periode waktu tertentu. Nilai hujan rencana diperoleh melalui analisis statistik terhadap data curah hujan maksimum tahunan menggunakan distribusi probabilitas seperti Gumbel, Log Pearson III, dan distribusi lainnya sesuai karakteristik data hujan pada daerah penelitian [8].

Persamaan distribusi frekuensi empiris yang digunakan untuk mencari nilai dari curah hujan rencana dengan metode Gumbel adalah [4]:

$$X_T = \bar{X} + k \times SD \quad (1)$$

$$X_T = \bar{X} + \left(\frac{Y_t - Y_n}{S_n} \right) \times SD \quad (2)$$

$$Y_t = -\ln \left[-\ln \left\{ \frac{T-1}{T} \right\} \right] \quad (3)$$

$$Y_n = -\ln \left[-\ln \left\{ \frac{(n+1)-m}{n+1} \right\} \right] \quad (4)$$

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum (Y_n - \bar{Y}_n)^2}{n-1}} \quad (5)$$

Dimana:

X_T = Curah hujan harian rencana (mm/hari)

$\bar{X}$ = Curah hujan rata-rata (mm)

SD = Standar deviasi

k = Faktor reduced variate

S_n = Standar deviasi dari reduksi variat, tergantung dari jumlah data (n)

Y_t = Nilai reduksi variat

$\bar{Y}_n$ = Nilai rata – rata dari reduksi variat, tergantung dari jumlah data (n)

n = Jumlah data

m = Nomor urut

Intensitas Curah Hujan dan Formula Mononobe

Intensitas curah hujan merupakan besarnya curah hujan yang terjadi dalam satuan waktu tertentu dan umumnya dinyatakan dalam mm/jam. Nilai intensitas hujan dipengaruhi oleh durasi hujan dan periode ulang yang digunakan dalam analisis hidrologi. Semakin lama durasi hujan, maka nilai intensitas hujan cenderung menurun. Analisis intensitas curah hujan sangat penting dalam perencanaan sistem drainase, penyaliran tambang, dan pengendalian banjir karena berkaitan langsung dengan besarnya debit limpasan yang akan terjadi menggunakan rumus [9]:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (6)$$

Dimana:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan maksimum 24 jam (mm/hari)

t = Durasi hujan (jam)

Kurva Intensitas Durasi Frekuensi atau IDF menunjukkan hubungan antara intensitas hujan, durasi hujan, dan periode ulang hujan dalam analisis hidrologi. Data ini membantu menghitung debit limpasan untuk perencanaan drainase, *dewatering* tambang, dan pengendalian banjir. Pada kurva IDF, intensitas hujan ditempatkan pada sumbu y, durasi hujan pada sumbu x1, dan periode ulang pada x2. Semakin lama durasi hujan, intensitas hujan biasanya menurun. Data kurva IDF membantu kamu menentukan kapasitas saluran, *sump*, dan pompa agar sistem penyaliran mampu menampung debit air hujan rencana. [10]

Analisis Regresi Linear Berganda

Persamaan umum regresi linear berganda dituliskan sebagai $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \varepsilon$, di mana Y merupakan variabel terikat, a adalah konstanta, b_1 dan b_2 merupakan koefisien regresi, X_1 dan X_2 adalah variabel bebas, sedangkan ε merupakan galat atau *error* model. Persamaan ini digunakan untuk memprediksi perubahan variabel terikat berdasarkan perubahan variabel bebas yang mempengaruhinya [11]. Berikut adalah persamaan umum regresi linear berganda:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_nX_n + e \quad (7)$$

Dimana:

Y	= Nilai variabel terikat
A	= <i>Intercept</i>
$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$	= Nilai variabel bebas
$b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$	= Nilai koefisien regresi pada variabel bebas
e	= Kesalahan karena pengaruh faktor lain

Analisa Korelasi dan Determinasi

Uji validitas pada penelitian penyaliran tambang dilakukan untuk mengetahui tingkat ketepatan data dan hubungan antar variabel penelitian, seperti durasi hujan, periode ulang, dan intensitas curah hujan terhadap sistem *dewatering* tambang. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai r hitung dengan r tabel pada tingkat signifikansi 5% dengan derajat kebebasan (df) sebesar $n-2$, di mana n merupakan jumlah data pengamatan yang digunakan dalam analisis. Jika nilai r hitung lebih besar dari r tabel, maka data atau variabel penelitian dinyatakan valid dan layak digunakan dalam analisis regresi serta evaluasi sistem penyaliran tambang [12]. Uji validitas pada penelitian menggunakan rumus:

$$r_{x_i y} = \frac{n(\sum x_i y) - (\sum x_i)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}} \quad (8)$$

dimana:

$r_{x_i y}$	= Koefisien korelasi
x_i	= Variabel bebas ke-i
y	= Variabel terikat
$\sum x_i$	= Jumlah data x_i
$\sum y$	= Jumlah data y
$\sum x_i^2$	= Jumlah kuadrat masing-masing x_i
$\sum y^2$	= Jumlah kuadrat masing-masing y
n	= Jumlah data

Kriteria pengujian adalah:

- Jika r hitung < r tabel, maka data tersebut valid
- Jika r hitung > r tabel, maka data tersebut tidak valid

Pengujian signifikansi hipotesis dilakukan menggunakan Uji-t untuk mengetahui apakah hipotesis yang diajukan dapat diterima atau ditolak. Hipotesis merupakan dugaan mengenai suatu populasi yang kebenarannya dibuktikan melalui analisis data penelitian. Perhitungan Uji-t dapat dilihat pada persamaan berikut [6].

$$T \text{ hitung} = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (9)$$

Pompa Dewatering Tambang

Pompa merupakan komponen utama dalam sistem penyaliran tambang terbuka. Kapasitas pompa harus mampu mengeluarkan air dari *sump* dalam waktu yang memadai agar tidak mengganggu operasional penambangan. Jenis pompa yang umum digunakan adalah pompa sentrifugal submersible dengan kapasitas besar. Di PT. Era Perkasa Mining, pompa yang digunakan adalah tipe Coates HL200/CAT200 dengan kapasitas tangki 1.200 L, RPM maksimum 2.200, pipa berdiameter 8 inci, dan panjang selang 150 m berbahan HDPE. Pemilihan kapasitas pompa yang tepat ditentukan berdasarkan debit rencana yang dihasilkan dari analisis curah hujan.

METODOLOGI

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di area konsesi PT. Era Perkasa Mining yang berlokasi di Kecamatan Peranap, Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau. Secara geografis, wilayah ini berbatasan di sebelah utara dengan Sungai Kuantan, di sebelah timur dengan Kecamatan Rakit Kulim, di sebelah barat dengan Kecamatan Batang Peranap, dan di sebelah selatan dengan Kabupaten Tebo. Wilayah ini termasuk dalam cekungan Sumatera yang terdiri dari 3 formasi yakni, Formasi kasai, Formasi Muara Enim dan Air Benakat.

Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan harian maksimum selama 5 tahun (2019–2023) yang diperoleh dari Departemen Lingkungan PT. Era Perkasa Mining. Data tersebut berupa curah hujan harian maksimum tahunan yang digunakan sebagai input analisis frekuensi. Selain data curah hujan, data spesifikasi teknis pompa Coates HL200 yang beroperasi di tambang juga dikumpulkan sebagai referensi perencanaan kapasitas *dewatering*.

Tahapan Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui tahapan sistematis berikut ini:

1. Pengumpulan Data: Pengumpulan data curah hujan harian maksimum tahunan dari stasiun curah hujan terdekat yang mewakili lokasi tambang, meliputi data tahun 2019 sampai dengan 2023.
2. Analisis Statistik Dasar: Penghitungan nilai rata-rata ($\bar{X}$), standar deviasi (S), dan parameter statistik lainnya yang diperlukan sebagai input analisis distribusi.
3. Analisis Distribusi Gumbel: Penghitungan *reduced variate* (Y_t) dan curah hujan rencana (X_t) pada periode ulang $T = 1,25; 1,33; 2; 2,5; 4; 5; 10; 20; 50$; dan 100 tahun menggunakan parameter Gumbel ($\bar{Y}_n, S_n$).
4. Perhitungan Intensitas Mononobe: Konversi curah hujan harian rencana (X_t) menjadi intensitas curah hujan (I) pada berbagai durasi ($t = 5, 10, 15, 20, 25, 30, 45, 60, 120$, dan 180 menit) menggunakan formula Mononobe.
5. Analisis Regresi Linear Berganda: Pemodelan hubungan antara intensitas curah hujan (Y) dengan variabel bebas durasi (X_1) dan periode ulang curah hujan (X_2) menggunakan metode OLS. Penghitungan dilakukan secara manual melalui sistem persamaan normal.
6. Uji Kebaikan Model: Evaluasi kualitas model regresi menggunakan koefisien determinasi (R^2), koefisien korelasi berganda (R), dan uji t koefisien parsial.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Statistik Curah Hujan dan Distribusi Gumbel

Data curah hujan maksimum tahunan periode 2019–2023 di wilayah PT. Era Perkasa Mining disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan data tersebut, diperoleh nilai rata-rata $\bar{X} = 37,44$ mm dan simpangan baku $S = 11,62$ mm. Nilai-nilai ini kemudian digunakan sebagai input analisis distribusi Gumbel untuk memperoleh curah hujan rencana pada berbagai periode ulang.

Tabel 1. Data Curah Hujan Maksimum Tahunan dan Parameter Distribusi Gumbel

Tahun	X_i	$(X_i - \bar{X})^2$	n	m	Y_n	$(Y_n - \bar{Y}_n)^2$	SD	S_n
2019	41	12,65	5	1	1,70	1,55		
2020	48	111,43	5	2	0,90	0,20		
2021	48	111,43	5	3	0,37	0,01	11,62	1
2022	25	154,85	5	4	-0,09	0,31		
2023	25,22	149,43	5	5	-0,58	1,09		
Σ	187,22	539,78			3,14	3,14		
$\bar{X}$	37,44	107,96		$\bar{Y}_n$	0,46	0,63		

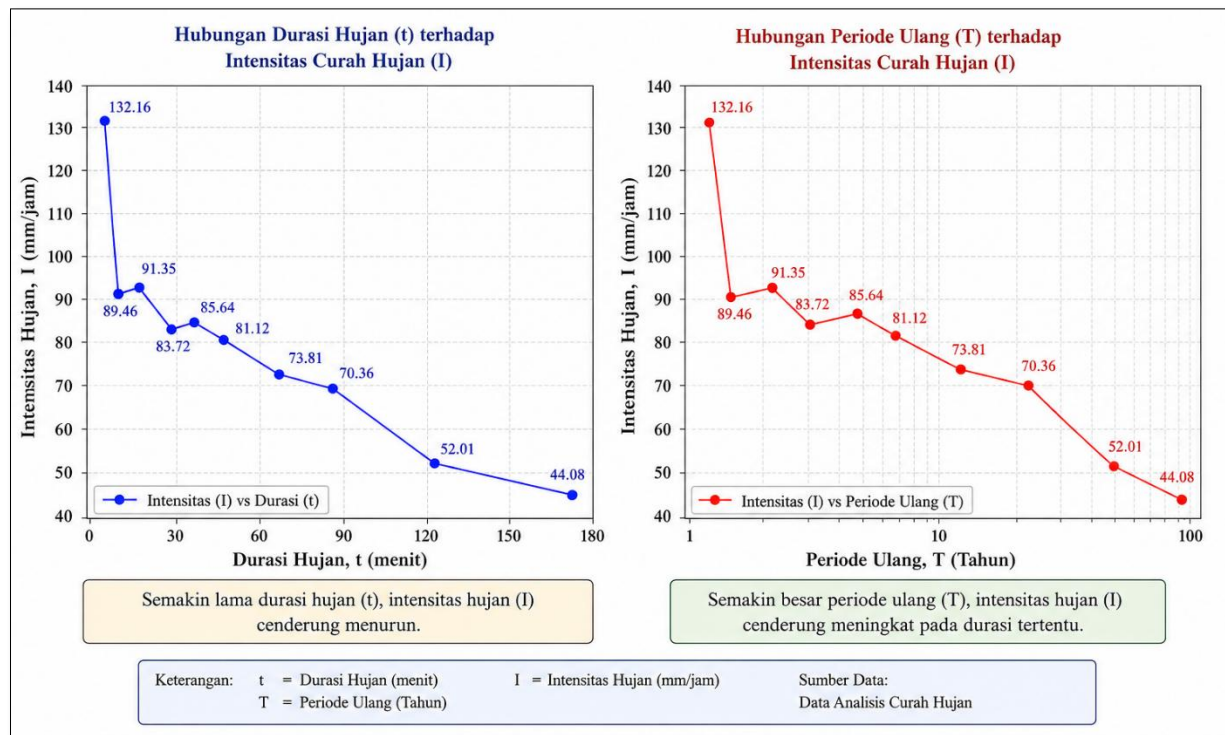
Curah Hujan Rencana Berbagai Periode Ulang

Berdasarkan parameter distribusi Gumbel, nilai *reduced variate Gumbel* (Y_t) dihitung untuk setiap periode ulang. Hasil perhitungan curah hujan rencana (X_t) dan intensitas pada durasi tertentu disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Curah Hujan Rencana dan Intensitas per Periode Ulang

No	T (Tahun)	Y_t	X_t (mm)	t (menit)	I (mm/jam)
1	1.25	-0.48	25.19	5	132.16
2	1.33	-0.33	27.08	10	89.46
3	2	0.37	36.23	15	91.35
4	2.5	0.67	40.23	20	83.72
5	4	1.25	47.76	25	85.64
6	5	1.50	51.09	30	81.12
7	10	2.25	60.93	45	73.81
8	20	2.97	70.36	60	70.36
9	50	3.90	82.57	120	52.01
10	100	4.60	91.73	180	44.08

Berdasarkan data curah hujan rencana dan intensitas hujan pada berbagai periode ulang, nilai curah hujan rencana (X_t) cenderung meningkat seiring bertambahnya periode ulang (T). Pada periode ulang 1,25 tahun nilai X_t sebesar 25,19 mm, sedangkan pada periode ulang 100 tahun meningkat menjadi 91,73 mm. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar periode ulang, maka potensi terjadinya hujan ekstrem juga semakin tinggi. Peningkatan nilai Y_t dan X_t menandakan besarnya kemungkinan curah hujan maksimum pada periode ulang yang lebih panjang.



Gambar 1. Grafik Hubungan Durasi Hujan (t) dan Periode Ulang (T) terhadap Intensitas Hujan (I)

Nilai intensitas curah hujan (I) pada Gambar 1. menunjukkan kecenderungan menurun terhadap bertambahnya durasi hujan (t). Intensitas tertinggi terjadi pada durasi 5 menit sebesar 132,16 mm/jam dan menurun menjadi 44,08 mm/jam pada durasi 180 menit. Kondisi ini menunjukkan hubungan berbanding terbalik antara durasi hujan dan intensitas hujan, dimana semakin lama durasi hujan maka intensitasnya semakin kecil. Pola tersebut sesuai dengan karakteristik kurva IDF (*Intensity Duration Frequency*) yang digunakan dalam perencanaan drainase dan sistem *dewatering* tambang.

Grafik Hubungan Periode Ulang (T) terhadap Intensitas Curah Hujan (I) menunjukkan bahwa periode ulang mempengaruhi besarnya intensitas hujan dalam analisis hidrologi. Semakin besar periode ulang, maka hujan tersebut semakin jarang terjadi namun berpotensi menjadi hujan ekstrem. Pada Gambar 1. terlihat bahwa intensitas hujan cenderung menurun dari 132,16 mm/jam pada periode ulang 1,25 tahun menjadi 44,08 mm/jam pada periode ulang 100 tahun. Hubungan ini penting dalam perencanaan sistem drainase dan *dewatering* tambang untuk mengendalikan limpasan air secara aman.

Model Regresi Linear Berganda

Berdasarkan 10 data kombinasi durasi dan periode ulang, dilakukan perhitungan regresi linear berganda. Rekap nilai sigma yang diperlukan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekap Nilai Sigma untuk Perhitungan Regresi

No	X1 = t	X2 = T	Y = I	X1 ²	X2 ²	X1Y	X2Y	X1X2	Y ²
1	5	1,25	132,16	25	2	661	165	6	17.466
2	10	1,33	89,46	100	2	895	119	13	8.004
3	15	2	91,35	225	4	1.370	183	30	8.344
4	20	2,5	83,72	400	6	1.674	209	50	7.009
5	25	4	85,64	625	16	2.141	343	100	7.334
6	30	5	81,12	900	25	2.434	406	150	6.580
7	45	10	73,81	2.025	100	3.322	738	450	5.449
8	60	20	70,36	3.600	400	4.222	1.407	1.200	4.951

9	120	50	52,01	14.400	2.500	6.241	2.600	6.000	2.705
10	180	100	44,08	32.400	10.000	7.935	4.408	18.000	1.943
Σ	510,00	196,08	803,71	54.700,00	13.054,58	30.893,22	10.578,08	25.999,55	69.784,78

Berdasarkan perhitungan sistem persamaan normal metode kuadrat terkecil, diperoleh koefisien regresi sebagai berikut: konstanta $a = 112,16$; koefisien $b_1 = -1,225$; dan koefisien $b_2 = 1,565$. Model regresi linear berganda yang diperoleh adalah:

$$Y = 112,16 - 1,225 X_1 + 1,565 X_2$$

Interpretasi koefisien regresi adalah sebagai berikut:

Nilai konstanta sebesar 112,16 menunjukkan bahwa apabila durasi hujan (X_1) dan periode ulang (X_2) dianggap bernilai nol, maka intensitas hujan yang dihasilkan sebesar 112,16 mm/jam. Nilai ini merupakan titik awal model regresi sebelum dipengaruhi oleh variabel bebas.

Koefisien regresi X_1 bernilai negatif sebesar -1,225. Artinya, setiap penambahan durasi hujan sebesar 1 menit, maka intensitas hujan akan menurun sebesar 1,225 mm/jam dengan asumsi periode ulang tetap. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama durasi hujan, intensitas hujan cenderung semakin kecil. Hubungan negatif antara durasi hujan dan intensitas hujan menunjukkan bahwa hujan dengan intensitas tinggi umumnya terjadi dalam waktu yang singkat, sedangkan hujan berdurasi panjang cenderung memiliki intensitas lebih rendah. Fenomena ini sesuai dengan karakteristik fisik hujan pada analisis kurva *Intensity-Duration-Frequency* (IDF) [13].

Koefisien regresi X_2 bernilai positif sebesar 1,565. Artinya, setiap kenaikan periode ulang sebesar 1 tahun, maka intensitas hujan akan meningkat sebesar 1,565 mm/jam dengan asumsi durasi hujan tetap. Hal ini menunjukkan bahwa hujan dengan periode ulang lebih besar memiliki intensitas yang lebih tinggi karena termasuk kejadian hujan ekstrem yang lebih jarang terjadi.

Tabel 4. Uji Korelasi Parsial (r_{xiy}) dan Uji-t Signifikansi

Variabel	r hitung	r	r tabel (df=8; α =0,05)	Validitas	T hitung	T tabel (df=8; α =0,05)	Signifikansi
X_1 (Durasi)	-0,8274	0,8274	0,6319	✓ Valid $0,8274 > 0,6319$	-4,1671	$\pm 2,306$	✓ Signifikan $4,167 > 2,306$
X_2 (Periode Ulang)	-0,7494	0,7494	0,6319	✓ Valid $0,7494 > 0,6319$	-3,2015	$\pm 2,306$	✓ Signifikan $3,202 >$

Berdasarkan hasil uji korelasi parsial untuk variabel X_1 (durasi hujan), diperoleh nilai r hitung sebesar -0,8274 dengan nilai absolut $|r| = 0,8274$. Nilai tersebut lebih besar dari r tabel pada derajat kebebasan $df = 8$ dan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ yaitu sebesar 0,6319, sehingga variabel X_1 dinyatakan valid dan memiliki hubungan yang signifikan terhadap intensitas curah hujan (Y). Tanda negatif pada nilai r menunjukkan bahwa hubungan antara durasi hujan dan intensitas bersifat berlawanan arah, artinya semakin lama durasi hujan maka intensitas curah hujan akan semakin menurun. Kekuatan korelasi sebesar 0,8274 tergolong kuat, yang mengindikasikan bahwa durasi hujan merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap intensitas. Hasil ini diperkuat oleh uji-t, di mana nilai T hitung sebesar -4,1671 ($|T \text{ hitung}| = 4,167$) lebih besar dari T tabel $\pm 2,306$, sehingga hubungan antara X_1 dan Y dinyatakan signifikan secara statistik pada taraf kepercayaan 95%.

Berdasarkan hasil uji korelasi parsial untuk variabel X_2 (periode ulang), diperoleh nilai r hitung sebesar -0,7494 dengan nilai absolut $|r| = 0,7494$. Nilai tersebut juga lebih besar dari r tabel sebesar 0,6319 pada $df = 8$ dan $\alpha = 0,05$, sehingga variabel X_2 dinyatakan valid dan memiliki korelasi yang berarti terhadap intensitas curah hujan (Y). Tanda negatif pada nilai r menunjukkan hubungan yang berlawanan arah antara periode ulang dan intensitas dalam model parsial ini, yang berkaitan dengan pengaruh durasi yang berbeda pada setiap pasangan data. Meskipun kekuatan korelasi X_2 sebesar 0,7494 sedikit lebih rendah dibandingkan X_1 , nilai tersebut masih tergolong dalam kategori korelasi kuat. Hasil uji-t menunjukkan

nilai T hitung sebesar $-3,2015$ ($|T_{\text{hitung}}| = 3,202$) yang lebih besar dari T tabel $\pm 2,306$, sehingga hubungan antara X_2 dan Y juga dinyatakan signifikan secara statistik pada taraf kepercayaan 95%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis distribusi Gumbel terhadap data curah hujan maksimum tahunan periode 2019–2023 di wilayah PT. Era Perkasa Mining, diperoleh nilai rata-rata curah hujan sebesar 37,44 mm dan simpangan baku sebesar 11,62 mm. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa curah hujan rencana (X_t) meningkat seiring bertambahnya periode ulang (T), dimana pada periode ulang 1,25 tahun diperoleh curah hujan rencana sebesar 25,19 mm dan meningkat menjadi 91,73 mm pada periode ulang 100 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar periode ulang maka potensi hujan ekstrem juga semakin tinggi.

Intensitas curah hujan (I) memiliki hubungan berbanding terbalik dengan durasi hujan (t), di mana intensitas tertinggi sebesar 132,16 mm/jam terjadi pada durasi 5 menit dan menurun menjadi 44,08 mm/jam pada durasi 180 menit. Pola ini sesuai dengan karakteristik kurva IDF (*Intensity Duration Frequency*) yang umum digunakan dalam perencanaan drainase tambang. Selain dipengaruhi oleh durasi, intensitas curah hujan juga memiliki keterkaitan dengan periode ulang (T), di mana berdasarkan grafik hubungan T terhadap I , intensitas curah hujan cenderung menurun dari 132,16 mm/jam pada periode ulang 1,25 tahun menjadi 44,08 mm/jam pada periode ulang 100 tahun. Fenomena ini terjadi karena pasangan data antara periode ulang dan durasi hujan bersifat proporsional, yakni semakin besar periode ulang maka durasi hujan yang dipasangkan juga semakin panjang, sehingga pengaruh durasi yang panjang lebih mendominasi dan menyebabkan nilai intensitas yang lebih rendah. Dengan demikian, dalam konteks perencanaan sistem dewatering tambang, pemilihan periode ulang yang lebih besar tidak serta-merta menghasilkan intensitas yang lebih tinggi, melainkan harus mempertimbangkan kombinasi antara durasi dan periode ulang secara bersamaan agar diperoleh nilai intensitas desain yang tepat dan aman.

Berdasarkan analisis regresi linear berganda diperoleh model:

$$Y = 112,16 - 1,225X_1 + 1,565X_2$$

Koefisien regresi menunjukkan bahwa durasi hujan (X_1) berpengaruh negatif terhadap intensitas hujan, sedangkan periode ulang (X_2) berpengaruh positif terhadap intensitas hujan. Hasil uji korelasi dan uji-t menunjukkan bahwa kedua variabel memiliki hubungan yang signifikan terhadap intensitas hujan, dimana nilai $|r|$ dan $|t_{\text{hitung}}|$ lebih besar dibandingkan nilai tabel. Dengan demikian, durasi hujan dan periode ulang terbukti berpengaruh nyata terhadap intensitas curah hujan pada wilayah penelitian.

Saran

Disarankan untuk menggunakan data curah hujan dengan periode pengamatan yang lebih panjang agar hasil analisis distribusi dan intensitas hujan menjadi lebih akurat. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat menambahkan variabel lain seperti luas *catchment* area, kemiringan lahan, dan debit limpasan untuk memperoleh analisis sistem drainase tambang yang lebih komprehensif.

Hasil penelitian ini juga dapat dijadikan dasar dalam perencanaan sistem drainase dan dewatering tambang, khususnya dalam menentukan kapasitas saluran, *sump*, dan pompa agar mampu mengantisipasi limpasan air akibat hujan dengan periode ulang tertentu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada seluruh pihak yang telah memberikan arahan, bantuan, serta dukungannya selama proses pengambilan data penelitian dan penyusunan jurnal ini. Terima kasih saya sampaikan juga kepada pihak perusahaan PT. Era Perkasa Mining yang memberikan izin untuk pengambilan data penelitian, serta semua pihak yang telah memberikan masukan dan dukungan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. A. D. Suparno and Z. Febianti, "Kajian Sistem Penyaliran Pada Tambang Terbuka Granit Pit," *J. Teknol. Sumberd. Miner.*, vol. 2, no. 2, pp. 55–64, 2021, doi: <https://doi.org/10.19184/jeneral.v2i2.28501>.
- [2] M. F. Mursyid and N. F. I, "Kajian Teknis Dimensi Sump dan Kebutuhan Pompa pada Penyaliran Tambang Terbuka PT . XYZ," *J. Ris. Tek. Pertamb.*, vol. 4, no. 2, pp. 171–182, 2024, doi: <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i2.5282>.
- [3] B. Passaribu and A. Sujarwo, "Perencanaan Dewatering Pit 2 West PT. Krida Makmur Bersama," *JGP (J. Geol. Pertamb.)*, vol. 28, no. 1, pp. 25–36, 2022, doi: <https://doi.org/10.53640/jgp.v28i1.992>.
- [4] P. Eka and A. Bambang, "Perbandingan dan Pemilihan Metode Distribusi Probabilitas Dalam Perhitungan Nilai Curah Hujan Rencana Di Tambang Batubara PT Madhani Talatah Nusantara," *J. Teknol. Pertamb.*, vol. 11, no. 2, pp. 73–80, 2026, doi: <https://doi.org/10.31315/jtp.v11i2.16067>.
- [5] I. R. Nurfajar, R. Purwana, And S. W. Soelarno, "Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode E. J. Gumbel Untuk Rencana Sistem Penyaliran Tambang," *J. Teknol. Miner. dan Batubara Vol.*, vol. 21, no. 1, pp. 33–44, 2025, doi: <https://doi.org/10.30556/jtmb.Vol21.No1.2025.1526>.
- [6] H. L. D. Usup and Y. Y. Hutajulu, "Analisis Pengaruh Curah Hujan Terhadap Aktual Overburden Removal," *J. Tek. Pertamb.*, vol. 24, no. 1, pp. 15–19, 2024, doi: <https://doi.org/10.36873/jtp.v24i1.12436>.
- [7] G. N. Mohammad Fathur Rozi, Peter Eka Rosadi, "Kajian Teknis Sistem Penyaliran Pada Tambang Terbuka Di Tambang Batubara Pt Kalimantan Prima Persada Jobsite Rantau, Kalimantan Selatan," *J. Teknol. Pertamb.*, vol. 7, no. 2, pp. 180–188, 2022, doi: <https://doi.org/10.31315/jtp.v7i2.9119>.
- [8] M. Ardiansyah, Suyono, I. Titisariwati, T. A. Cahyadi, and Kresno Kresno, "Analisis Perbandingan Perhitungan Curah Hujan Rencana Berdasarkan Periode Ulang Hujan Dengan Metode Gumbell , Metode Log Pearson III , Metode Iway Kadoya Studi Kasus Tambang Andesit," *J. Inov. Pertamb. dan Lingkung.*, vol. 1, no. 2, pp. 11–16, 2021, doi: <https://doi.org/10.15408/jipl.v1i2.22731>.
- [9] N. Siswandi, "Analisis Curah Hujan Untuk Membuat Kurva Intensity- Duration-Frequency (IDF) Di Kawasan Rawan Banjir," *J. Perencanaan, Sains, Teknol. dan Komputer.*, vol. 4, no. 1, pp. 538–542, 2021.
- [10] D. Harisuseno, S. Wahyuni, and Y. Dwirani, "Penentuan Formulasi Empiris Yang Sesuai Mengestimasi Kurva Intensitas Durasi Frekuensi," *J. Tek. Pengair.*, vol. 11, no. 1, pp. 47–60, 2020, doi: <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2020.011.01.06>.
- [11] R. R. Firmanda, D. Harisuseno, and A. P. Hendrawan, "Studi Pengaruh Sifat Fisik Tanah terhadap Laju Infiltrasi pada Lahan Pertanian," *J. Teknol. dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 2, no. 1, pp. 67–80, 2022.
- [12] I. Muthahharah and I. Fatwa, "Analisis Regresi Linear Berganda Untuk Media Pembelajaran Daring Terhadap Prestasi Belajar Mahasiswa di STKIP Pembangunan," *J. Mat. dan Stat. serta Apl.*, vol. 10, no. 1, pp. 53–60, 2022, doi: <https://doi.org/10.24252/msa.v10i1.25145>.
- [13] S. Ginting, "Formulasi Lengkung Intensitas Hujan (Intensity –Duration - Frequency) Berdasarkan Data Hujan Durasi Pendek Di Kota Bekasi," *J. Ilm. Tek. Sipil*, vol. 3, no. 2, pp. 52–65, 2022, doi: <https://doi.org/10.37058/aks.v3i2.4593>.