

KAJIAN SISTEM PENIRISAN TAMBANG UNTUK MENANGGULANGI LIMPASAN AIR DARI AREA PIT 4 TIMUR KE ARAH PIT 4 BARAT DI PT DARMA HENWA TBK, ASAM ASAM COAL PROJECT PROVINSI KALIMANTAN SELATAN

Karina Shella Putri¹, Muhammad Alfarisi², Robian Nuur²

¹ Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

² Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

e-mail : karinashella@unlam.ac.id

ABSTRAK

Pit 4 Timur di PT Darma Henwa ACP merupakan pit dengan status tidak aktif produksi sehingga air dibiarkan meluap dari sump dan menggenangi pit. Area Pit 4 Timur berbatasan dengan Pit 4 Barat yang berstatus pit aktif produksi dimana elevasi kritis yang membatasi agar air pada Pit 4 Timur tidak melimpas ke Pit 4 Barat adalah -51,4 mdpl. Penelitian ini memprediksi lama pemompaan pada Pit 4 Timur agar dapat menanggulangi genangan air yang ada ditambah dengan penambahan air limpasan permukaan dari hasil prediksi curah hujan dan durasi hujan hingga 10 bulan ke depan sehingga tidak mengganggu aktivitas produksi di Pit 4 Barat.

Metode yang digunakan untuk memprediksi curah hujan dan durasi hujan adalah dengan tiga metode *exponential smoothing*, antara lain Metode Brown, Metode Holt, dan Metode Winter. Hasil prediksi curah hujan dan durasi hujan digunakan untuk menentukan intensitas hujan yang digunakan dalam Persamaan Rasional untuk menghitung debit limpasan permukaan. Simulasi dalam menentukan lama pemompaan menggunakan persamaan *Water Balance* berdasarkan pertimbangan prediksi air yang masuk berupa volume limpasan permukaan dan bawah permukaan, serta volume air yang dapat dikeluarkan berdasarkan kemampuan pemompaan.

Hasil pengukuran debit aktual dua unit pompa Multiflo 420 yaitu 0,148 m³/detik dengan head total 110 meter dan debit rata-rata air bawah permukaan sebesar 2,038 m³/detik. Hasil prediksi debit air limpasan permukaan dari bulan April 2016 sampai dengan Desember 2016 berturut-turut yaitu 1,33 m³/s, 1,14 m³/s, 1,15 m³/s, 0,71 m³/s, 1,95 m³/s, 1,26 m³/s, 1,88 m³/s, 1,26 m³/s, dan 1,22 m³/s. Berdasarkan hasil pengukuran, perhitungan, dan prediksi tersebut didapatkan lama waktu pemompaan adalah selama 2 bulan 5 hari.

Kata-kata kunci: *exponential smoothing, pit, water balance*

PENDAHULUAN

Jenis penambangan yang digunakan di PT Darma Henwa Tbk, Asam Asam Coal Project adalah tambang terbuka. Lokasi pit yang aktif berproduksi antara lain Pit 3 dan Pit 4 Barat sedangkan pit yang sementara tidak terdapat kegiatan produksi yaitu Pit 4 Timur. Perbedaan elevasi yang tidak terlalu signifikan antara Pit 4 Barat dengan Pit 4 Timur (elevasi kritis: -51,4 mdpl) mengakibatkan kemungkinan terjadi limpasan air dari Pit 4 Timur ke arah Pit 4 Barat sehingga dapat mengganggu aktivitas produksi.

Berdasarkan latar belakang, maka dirumuskan masalah yang dikaji yaitu prediksi kemampuan sistem pemompaan dalam mengatasi genangan air pada Pit 4 Timur dengan ruang lingkup antara lain debit pemompaan, debit air bawah permukaan, debit air limpasan permukaan, dan lama pemompaan.

METODOLOGI

Studi Literatur

Tujuan sistem penyaliran tambang adalah membuat lokasi kerja di areal penambangan agar selalu terjaga dari genangan air yang mengganggu karena bila tidak terkontrol akan menimbulkan masalah, salah satunya adalah menurunnya efisiensi kerja karena kondisi kerja yang becek dan licin dan masalah-masalah lain seperti terganggunya kestabilan lereng, peledakan dan kelembaban tinggi. Bentuk-bentuk sistem penyaliran tambang antara lain saluran, paritan, sump, terowongan air (tunnel), sumur dalam dan sumur pompa (Suwandhi, 2004).

Intensitas hujan adalah banyaknya curah hujan per satuan waktu tertentu dan dinyatakan dengan satuan mm/jam. Untuk mengelola data curah hujan menjadi intensitas hujan di gunakan cara statistik dari data pengamatan curah hujan yang terjadi (Suripin, 2004).

Debit limpasan permukaan yang masuk ke dalam pit dalam kegiatan penirisan dapat dihitung dengan rumus Rasional:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (1)$$

dengan Q adalah debit air limpasan permukaan (m³/detik), C adalah koefisien limpasan, I adalah intensitas curah hujan (mm/jam), dan A adalah luas tangkapan hujan (km²) (Suwandhi, 2004).

Hubungan antara aliran masuk, kapisatas pompa dan atau aliran keluar, dan kapasitas tampungan dinyatakan dalam persamaan kontinuitas dalam bentuk sebagai berikut:

$$Q_i - Q_o = \frac{dv}{dt} \quad (2)$$

dimana Q_i adalah debit aliran masuk (m³/detik), Q_o adalah debit aliran keluar atau kapasitas pompa (m³/detik), v adalah volume tampungan (m³), dan t adalah waktu (detik) (Suripin, 2004).

Model *simple smoothing* merupakan pembobotan dari *moving average*. Parameter *smoothing* diperoleh dengan perkiraan yang sama dengan peramalan pada *moving average* tanpa pembobotan. Makridakis (1982) dalam Gardner (1985) menemukan bahwa *simple smoothing* memiliki signifikansi yang lebih akurat dari pada *moving average* tanpa pembobotan dalam sampel 1001 *time series*.

Menurut Montgomery dan Johnson (1976), banyak penelitian menggunakan asumsi nilai parameter *smoothing* (α) antara 0-1, walaupun dalam prakteknya dibatasi antara 0,10-0,30. Beberapa model kompleks memiliki nilai α terbaik pada 0,30 selama proses *model-fitting*.

Formulasi model *exponential smoothing* lain yang biasa digunakan adalah *linear trend*. Holt (1960) dan Winter (1960), menggunakan parameter terpisah pada level *smoothing* dan tren dari *time series*. Model Holt-Winter dibangun dengan pertimbangan heuristik.

Parameter yang umumnya digunakan dalam model berdasarkan rekomendasi Holt-Winter berbeda dengan yang digunakan dalam *simple smoothing*. Nilai parameter yang digunakan adalah kurang dari 0,3. Gardner (1984) menunjukkan penggunaan nilai parameter ini memudahkan dalam mendeteksi bias error. Hal ini dikarenakan model memiliki kecenderungan melampaui perubahan tiba-tiba dalam *time series*, seperti peningkatan dalam level.

Observasi Lapangan

Observasi lapangan yang dilakukan antara lain pengamatan topografi area Pit 4 Timur dan daerah sekitar untuk mendapatkan arah aliran air limpasan dan batasan luas daerah tangkapan hujan. Selain itu, observasi juga dilakukan terhadap sistem pemompaan yang diterapkan pada daerah tangkapan hujan.

Pengambilan Data

Data primer yang diambil dan diukur yaitu:

- arah aliran air permukaan menuju pit 4 timur,
- debit aktual pompa,
- dimensi, jaringan, dan jenis pipa,
- efisiensi pompa, dan
- debit aktual air bawah permukaan.

Data sekunder diambil dari laporan perusahaan dan instansi terkait antara lain:

- peta topografi situasi pit 4 dan sekitarnya,
- curah hujan harian dari Januari 2009 sampai dengan Maret 2016,
- durasi hujan dari Januari 2009 sampai dengan Maret 2016, dan
- spesifikasi yang memuat grafik efisiensi pompa.

Pengolahan Data dan Analisis

Pengolahan data dan analisis dilakukan yaitu:

- pengukuran kapasitas pompa aktual beserta head totalnya,
- pengukuran debit rata-rata air bawah permukaan,
- prediksi curah hujan, durasi hujan, dan intensitas curah hujan,

Tabel-1. Model *Simple Smoothing* (Level Konstan)

Model	Recurrence Form
Non-seasonal	$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S_{t-1}$
	$\hat{X}_t(m) = S_t$
Additive seasonals	$S_t = \alpha(X_t - I_{t-p}) + (1 - \alpha)S_{t-1}$
	$I_t = \delta(X_t - S_t) + (1 - \delta)I_{t-p}$
	$\hat{X}_t(m) = S_t + I_{t-p+m}$
Multiplicative seasonals	$S_t = \alpha(X_t/I_{t-p}) + (1 - \alpha)S_{t-1}$
	$I_t = \delta(X_t/S_t) + (1 - \delta)I_{t-p}$
	$\hat{X}_t(m) = S_t I_{t-p+m}$

Sumber: Gardner, 1985

- prediksi debit air limpasan permukaan,
- simulasi lama pemompaan berdasarkan hasil prediksi debit air limpasan permukaan, hasil pengukuran debit air bawah permukaan dan kapasitas aktual pompa.

HASIL DAN DISKUSI

Kondisi Penirisan Pit 4

Air limpasan permukaan pada Pit 4 mengarah pada sump yang berlokasi di sisi *high wall* timur. Air limpasan dari luar pit penambangan tidak dapat masuk ke pit karena di sepanjang tepi pit dibuat *berm* untuk menahan aliran air yang menuju ke dalam pit. Pit 4 Timur saat ini bukan merupakan pit aktif produksi, sehingga air sempat dibiarkan meluap dari sump dan menggenangi Pit 4 Timur. Kondisi volume air aktual pada akhir Bulan Maret di area Pit 4 Timur sebanyak 1,02 juta m³. Pit 4 bagian barat dan timur dibatasi oleh *bridge*, sehingga air yang menggenangi Pit 4 Timur tidak langsung meluap ke arah Pit 4 Barat yang merupakan pit aktif produksi.

Sump Pit 4 Timur menggunakan 2 buah pompa Multiflo MF420 karena dikhawatirkan elevasi air pada Pit 4 Timur akan melebihi elevasi *bridge* (-51,4 mdpl) sehingga akan mengganggu aktivitas produksi Pit 4 Barat. Volume air jika mencapai elevasi kritis tersebut sebesar 1,06 juta m³. Jumlah volume air tersebut dijadikan batasan pada saat memprediksi volume air yang masuk dan volume air tersisa jika terjadi luapan air ke arah Pit 4 Barat hingga akhir Bulan Desember 2016.

Sistem Pemompaan

Jenis pompa yang digunakan adalah Multiflo MF420 dengan jam kerja yaitu 20,4 jam/hari. Berdasarkan hasil pengukuran dengan metode *discharge* didapatkan debit aktual pompa adalah 0,148 m³/detik.

Jenis pipa yang digunakan adalah pipa HDPE (High Density Polyethylene) dengan panjang setiap pipa adalah 6 m, diameter pipa yaitu 12 inch dengan diameter lingkaran dalam yaitu 10 inch. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan head total pompa yaitu 110 m dengan head statis yaitu 86 m, head kecepatan yaitu 0,29 m, head gesek yaitu 15,9 m, dan head loss yaitu 7,8 m.

Tabel-2. Model Holt-Winter Linear Trend

Model	Recurrence Form
Non-seasonal	$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1})$
	$T_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)T_{t-1}$
	$\hat{X}_t(m) = S_t + mT_t$
Additive seasonals	$S_t = \alpha(X_t - I_{t-p}) + (1 - \alpha)S_{t-1}$
	$T_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)T_{t-1}$
	$I_t = \delta(X_t - S_t) + (1 - \delta)I_{t-p}$
	$\hat{X}_t(m) = S_t + mT_t + I_{t-p+m}$
Multiplicative seasonals	$S_t = \alpha(X_t/I_{t-p}) + (1 - \alpha)S_{t-1}$
	$T_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)T_{t-1}$
	$I_t = \delta(X_t/S_t) + (1 - \delta)I_{t-p}$
	$\hat{X}_t(m) = (S_t + mT_t)I_{t-p+m}$

Sumber: Gardner, 1985

Debit Air Bawah Permukaan

Selain air limpasan permukaan, air yang berasal dari bawah permukaan juga merupakan sumber air yang masuk ke dalam area Pit 4 Timur, sehingga data air bawah permukaan diperlukan untuk menghitung berapa jumlah air yang masuk ke dalam sump dengan ditambahkan sumber-sumber air lainnya seperti air limpasan permukaan. Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan debit rata-rata air bawah permukaan pada Pit 4 Timur adalah $2,5 \times 10^{-5}$ m³/detik.

Prediksi Intensitas Hujan

Perhitungan air limpasan permukaan memerlukan komponen data intensitas hujan. Prediksi nilai intensitas bulanan didasarkan pada hasil prediksi curah hujan dan durasi hujan. Proses pengolahan data curah hujan dan durasi hujan yang dilakukan adalah memprediksi curah hujan dan durasi hujan dengan menggunakan *Tool Forecast Sheet* pada Microsoft Office Excel 2016.

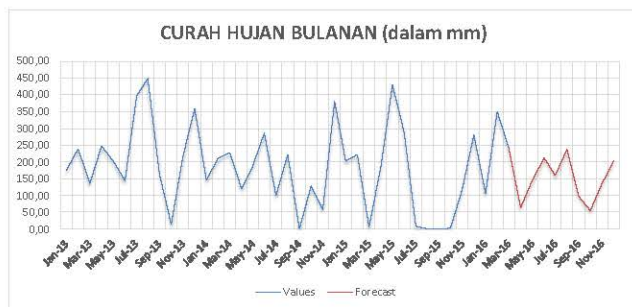
Metode peramalan yang digunakan pada *Forecast Sheet* Microsoft Office Excel 2016 didasarkan pada tiga

metode *exponential smoothing*, yaitu metode Brown, metode Holt, dan metode Winter. Pengambilan keputusan hasil peramalan metode mana yang memiliki tingkat kepercayaan lebih baik didasarkan pada nilai error paling kecil.

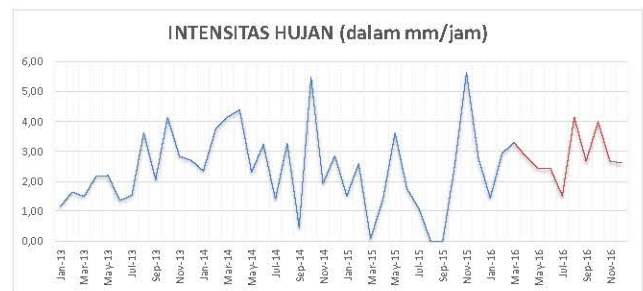
Berdasarkan pengambilan keputusan dari proses *forecasting* didapatkan hasil prediksi curah hujan yang dapat dilihat pada Gambar-1, hasil prediksi durasi hujan yang dapat dilihat pada Gambar-2, dan hasil prediksi intensitas hujan yang dapat dilihat pada Gambar-3.

Debit Air Limpasan Permukaan

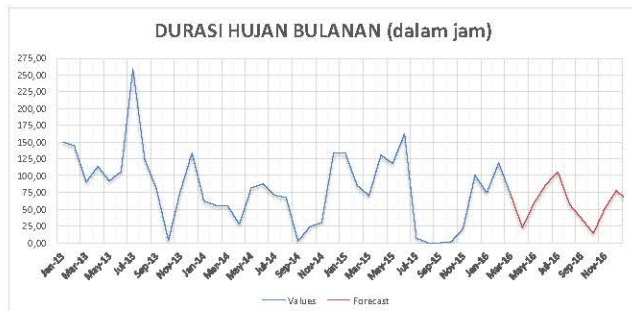
Perhitungan debit air limpasan didasarkan pada hasil prediksi intensitas hujan per bulan, luas catchment area dan koefisien limpasan kondisi tambang (lihat Persamaan-1). Penentuan luas *catchment area* di Pit 4 Timur menggunakan bantuan perangkat lunak Minescape 4.118 sehingga didapatkan luas sebesar 1,9 juta m². Hasil perhitungan prediksi air limpasan permukaan dapat dilihat pada Tabel-3.



Gambar-1. Curah Hujan Aktual dan Hasil Prediksi



Gambar-3. Intensitas Hujan Aktual dan Hasil Prediksi



Gambar-2. Durasi Hujan Aktual dan Hasil Prediksi

Tabel-3. Hasil Prediksi Debit Air Limpasan Permukaan (Tahun 2016)

Waktu	Intensitas (mm/jam)	Luas Tangkapan Hujan (km ²)	Koefisien Limpasan	Debit Air Limpasan Permukaan (m ³ /detik)
Apr	2,84	1,88	0,9	1,33
May	2,43			1,14
Jun	2,44			1,15
Jul	1,51			0,71
Aug	4,16			1,95
Sep	2,68			1,26
Oct	3,99			1,88
Nov	2,67			1,26
Dec	2,60			1,22

Tabel-4. Lama Pemompaan Berdasarkan Bulan (Tahun 2016)

Waktu	Limpasan Permukaan (10 ³ m ³ /bulan)	Bawah Permukaan (m ³ /bulan)	Pompa (10 ³ m ³ /bulan)	Sump _{t-1} (10 ³ m ³)	Sump (10 ³ m ³)
Apr	110,38	64,80	652,15	1.018,05	476,35
May	245,88	66,96	673,89	476,35	48,41
Jun	360,18	64,80	652,15	48,41	-
Jul	271,47	66,96	673,89	-	-
Aug	400,19	66,96	673,89	-	-
Sep	165,72	64,80	652,15	-	-
Oct	93,97	66,96	673,89	-	-
Nov	229,48	64,80	652,15	-	-
Dec	343,78	66,96	673,89	-	-

Tabel-5. Lama Pemompaan Bulan Juni (Tahun 2016)

Waktu	Limpasan Permukaan (10 ³ m ³ /hari)	Bawah Permukaan (m ³ /hari)	Pompa (m ³ /hari)	Sump _{t-1} (10 ³ m ³)	Sump (10 ³ m ³)
01-	110,38	2,16	21.738,24	48,41	38,68
02-	245,88	2,16	21.738,24	38,68	28,95
03-	360,18	2,16	21.738,24	28,95	19,22
04-	271,48	2,16	21.738,24	19,22	9,49
05-	400,19	2,16	21.738,24	9,49	-

Simulasi *Water Balance*

Persamaan *water balance* digunakan dalam simulasi untuk menentukan lamanya waktu pemompaan sampai air pada pit dianggap kering dengan berbagai pertimbangan yaitu prediksi air yang masuk berupa volume limpasan permukaan dan bawah permukaan, serta volume air yang dapat dikeluarkan berdasarkan kemampuan pemompaan. Hasil perhitungan lama pemompaan Pit 4 Timur dapat dilihat pada Tabel-4 dan Tabel-5.

Berdasarkan hasil simulasi pada Tabel-4 dan Tabel-5 didapatkan waktu untuk lama pemompaan dalam mengeringkan sump tersebut yang dihitung dari bulan April 2016 yaitu selama 3 bulan 5 hari. Berdasarkan hasil prediksi volume air yang tertampung di Pit 4 Timur dari Bulan April 2016 sampai dengan Desember 2016, tidak akan terjadi limpasan ke arah Pit 4 Barat karena volume hasil prediksi tidak ada yang melebihi volume air pada elevasi kritis yang memisahkan Pit 4 bagian barat dan timur.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengamatan kondisi sistem penirisan Pit 4 Timur dan daerah sekitarnya, pengukuran kapasitas aktual 2 unit pompa Multiflo 420 dengan total kapasitas aktual sebesar 0,148 m³/detik (head total 110 meter) dan pengukuran rata-rata debit aktual air bawah permukaan sebesar 2,5x10⁻⁵ m³/detik, prediksi curah hujan dan durasi hujan yang menghasilkan prediksi intensitas hujan dan prediksi air limpasan permukaan, dan simulasi *water balance* dapat disimpulkan bahwa tidak akan terjadi limpasan air ke arah Pit 4 Barat hingga Bulan Desember 2016 karena volume air di Pit 4 Timur tidak melebihi volume elevasi kritis (1,06 juta m³) serta didapatkan waktu untuk lama pemompaan dalam mengeringkan Pit 4 Timur yang dihitung dari bulan April 2016 yaitu selama 3 bulan 5 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Suwandhi. 2004. *Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang. Diklat Perencanaan Tambang Terbuka*, UNISBA, Bandung.
- [2] Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi, Yogyakarta.
- [3] Gardner, E. S. (1985): Exponential Smoothing: The State of the Art, *Journal of Forecasting*, **4**, 3-14.