

PENGARUH CURAH HUJAN TERHADAP TOTAL MOISTURE BATUBARA BASIS AS RECEIVED

Haipan^{1,2}, Nurhakim^{3*}, Riswan³

¹ PT Amanah Anugerah Adi Mulia, Site Kintap

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

³ Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

e-mail: *nurhakim@unlam.ac.id

ABSTRAK

PT Amanah Anugerah Adi Mulia Site Kintap dihadapkan dengan permasalahan pengiriman batubara dari pelabuhan ke *vessel* dimana selama proses pengiriman tersebut batubara akan terpapar udara bebas sehingga kualitasnya dapat berubah. Perubahan kualitas yang dimaksud adalah berubahnya nilai dari *total moisture* (TM) yang berpotensi menyebabkan terjadinya penurunan atau kenaikan nilai kalori batubara.

Upaya yang dilakukan adalah dengan melakukan perhitungan model matematika (analisis regresi linier berganda) untuk mendapatkan konstanta terhadap perhitungan TM_{laut} yang dipengaruhi curah hujan terhadap TM_{darat} . Selanjutnya menghitung curah hujan rencana yang diambil dari data 10 tahun yang didapat dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Regional Banjarbaru untuk diolah menjadi data curah hujan rencana perbulan.

Dari hasil pengolahan data dengan menggunakan metode regresi linier berganda diketahui hubungan antara pengaruh curah hujan dengan perubahan nilai TM_{laut} batubara digambarkan dengan persamaan $TM_{laut} = -0.136 + 0.035CH + 1.002TM_{darat}$. Persamaan yang diperoleh dapat digunakan untuk memprediksi nilai TM_{laut} sehingga dalam pelaksanaan *blending* parameter yang mempengaruhi penurunan nilai kalori ini dapat dijadikan pertimbangan dalam memenuhi kriteria kualitas batubara yang diminta pembeli.

Kata-kata kunci : Analisis regresi linier berganda, curah hujan rencana, *total moisture*, *transshipment*

PENDAHULUAN

Perbedaan kualitas batubara dalam satu *seam* yang sama adalah mungkin terjadi, baik secara lateral maupun vertikal. Keadaan ini dapat disebabkan oleh perbedaan proses pengendapan, komposisi penyusun, serta akumulasi pengotor yang terikut saat proses pematubaraan. Selain itu proses pengambilan serta penanganan batubara saat kegiatan penambangan berlangsung juga ikut berpotensi menyebabkan terjadinya perbedaan kualitas tersebut.

Pengawasan terhadap kualitas batubara dari hasil penambangan beserta proses pengolahannya sangat penting mengingat dalam setiap kontrak perdagangan batubara tercantum kriteria kualitas batubara yang diinginkan oleh pihak konsumen. Dalam perdagangan batubara juga mengalami beberapa kali proses *handling* atau pengangkutan hingga dapat sampai pada lokasi penggunaan. Pengangkutan untuk mencapai lokasi yang biasanya memerlukan beberapa waktu. Selama proses pengangkutan tersebut batubara akan terpapar udara bebas sehingga kualitasnya dapat berubah. Perubahan kualitas yang dimaksud adalah berubahnya nilai dari *total moisture* TM yang akan menyebabkan penurunan atau kenaikan nilai kalori batubara. Dimana keadaan ini sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, semakin tinggi intensitas hujan maka nilai TM akan semakin meningkat.

Indonesia termasuk wilayah beriklim tropis (panas) dengan intensitas penyinaran matahari yang maksimal, sehingga rata-rata suhu udara harian dan tahunannya tinggi. Pada musim hujan, curah hujan yang relatif tinggi menimbulkan potensi perubahan nilai TM. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui seberapa besar pengaruh yang disebabkan oleh curah hujan terhadap perubahan % TM batubara.

Permasalahan yang ingin diteliti dalam penelitian ini adalah mengetahui pengaruh intensitas hujan terhadap Peningkatan TM saat proses *sailing* sampai dengan

loading ke vessel untuk menjaga nilai kalori batubara di angka 6000 Kcal/kg *basis As Received* (AR).

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah: menentukan besar pengaruh intensitas curah hujan terhadap perubahan nilai TM dengan menerapkan metode matematika regresi linier berganda dan membuat perencanaan curah hujan berdasarkan data 10 tahun terakhir, untuk memprediksi curah hujan rata-rata bulanan di tahun berikutnya.

Penelitian ini dibatasi pada pembahasan masalah sebagai berikut:

1. Menjaga nilai TM tidak mengalami peningkatan > 2% saat *loading ke vessel*.
2. Pengamatan terhadap curah hujan dan durasi waktu hujan saat proses *loading ke vessel*.
3. Pengamatan kegiatan *blending* batubara di *barge* dan pengangkutan batubara dari pelabuhan hingga ke *vessel*.
4. Dalam batasan masalah ini tidak membahas pengaruh penguapan dikarenakan perjalanan antara pelabuhan muat ke *vessel* ± 5 jam dengan jarak 12 *nautical mile* atau setara dengan 22.224 Km, serta tidak membahas titik jenuh batubara terhadap air.

METODOLOGI

Data yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri dari data parameter kualitas batubara (*general analysis*) saat *barging*, data *total moisture* saat *loading ke vessel*, dan data curah hujan saat penelitian berlangsung. *General Analysis* didapat dari hasil analisa laboratorium dari sampel yang diambil saat proses pengisian tongkang (*barging*) dimana pengerjaannya dipercayakan pada jasa *surveyor*. Analisa nilai TM bertujuan untuk memperoleh nilai TM saat masuk ke dalam palka *vessel* dimana nilai ini dijadikan acuan pembayaran batubara. Data-data tersebut diolah menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel 2010 dengan tambahan Add-in Solver. Data TM_{laut}

diprediksi dari perubahan nilai kalori pada basis AR. Data tersebut kemudian dipakai bersama dengan data TM_{darat} dan curah hujan untuk memperoleh hubungan antara ketiganya yang dinyatakan dengan persamaan regresi linier berganda. Pengaruh parameter curah hujan terhadap nilai TM dinilai dari konstanta determinasi dan diuji dengan Uji F (serentak/simultan).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kalori dan Total Moisture

Tabel-1 sampai Tabel-3 menunjukkan bahwa kalori batubara saat pemuatan ke tongkang mendekati nilai 6000 Kcal/kg (basis AR). Nilai kalori ini harus terjaga

Curah hujan rencana diperlukan untuk memprediksi nilai TM_{laut} pada 2014. Data curah hujan tersedia 10 tahun terakhir (2004-2013) menggunakan distribusi data normal. Curah hujan rencana ini selanjutnya dipakai untuk memprediksi nilai TM_{laut} menggunakan persamaan regresi linier.

sampai proses pengapalan. Adapun TM_{darat} berkisar antara 9.14 – 12.56 % . Tabel-4 sampai Tabel-6 menunjukkan bahwa TM_{laut} lebih besar dari TM_{darat} dengan variasi antara 9.8 – 15.72%. Peningkatan nilai TM ini dicurigai dipengaruhi oleh air hujan yang mengenai batubara selama pengangkutan dari pelabuhan ke *vessel*.

Tabel-1. General Analysis PT JA Nusantara pada MV. GET WANG

PERIOD	KRITERIA	MOTHER VESSEL	CARGO WEIGHT (MT)	TM	IM	Ash	VM	FC	TS	GCV	
				AR (%)	ADB (%)	ADB (%)	ADB (%)	ADB (%)	ADB (%)	AR (Kcal/Kg)	ADB (Kcal/Kg)
DESEMBER 2013	TYPICAL	MV.GET WANG	62,000.00	13.00	6.00	14.00	42.00	by difference	0.60	6,000.00	-
	REJECTION			>16.00	NA	>16.00	>45.00	NA	>1	<5,800.00	-
PERIOD	BARGE	MOTHER VESSEL	CARGO WEIGHT (MT)	TM	IM	Ash	VM	FC	TS	GCV	
				AR (%)	ADB (%)	ADB (%)	ADB (%)	ADB (%)	ADB (%)	AR (Kcal/Kg)	ADB (Kcal/Kg)
DESEMBER 2013	TB. SATRIA LAKSANA 148 / BG. SATRIA LAUT 3068	MV.GET WANG	7,383.00	11.60	6.77	15.10	42.73	35.40	0.46	5,800.52	6,117.67
DESEMBER 2013	TB. MANGAKA / BG. BAL 163	MV.GET WANG	7,419.00	11.00	7.50	14.17	41.93	36.40	0.41	5,889.07	6,120.67
DESEMBER 2013	TB. AME I / BG. AME 801	MV.GET WANG	7,524.00	11.90	6.34	16.39	42.45	34.82	0.44	5,645.40	6,001.51
DESEMBER 2013	TB.Safari 02/BG.Amanah 02	MV.GET WANG	5,147.00	11.00	6.75	15.52	42.00	35.73	0.42	5,887.38	6,168.41
DESEMBER 2013	TB.Safari 06/BG.Dahlia Samudera 07	MV.GET WANG	7,356.00	10.90	7.10	10.25	42.35	40.30	0.38	6,252.94	6,519.81
DESEMBER 2013	TB.Safari 09/BG.Anugerah Mulia 09	MV.GET WANG	7,414.00	10.60	6.16	15.81	41.23	36.80	0.44	5,755.22	6,041.33
DESEMBER 2013	TB.Satria Laut 8/BG.Satria Laksana 3058	MV.GET WANG	7,441.00	9.50	6.65	14.42	42.25	36.68	0.66	6,000.59	6,189.30
DESEMBER 2013	TB.Safari 02/BG.Amanah 02	MV.GET WANG	5,008.00	10.20	7.55	9.20	42.85	40.40	0.45	6,377.31	6,565.50
DESEMBER 2013	TB.Safari 06/BG.Dahlia Samudera 07	MV.GET WANG	7,346.00	9.10	7.02	11.37	41.99	39.62	0.38	6,204.94	6,347.25
COMPOSITE		MV.GET WANG	62,038.00	10.65	6.85	13.69	42.18	37.28	0.45	5,966.18	6,218.64

Tabel-2. General Analysis PT KPP pada MV HONY WORLD

PERIOD	KRITERIA	MOTHER VESSEL	CARGO WEIGHT (MT)	TM	IM	Ash	VM	FC	TS	GCV	
				AR (%)	ADB (%)	ADB (%)	ADB (%)	ADB (%)	ADB (%)	AR (Kcal/Kg)	ADB (Kcal/Kg)
JANUARI 2014	TYPICAL	MV.HONY WORLD	56,000.00	13.00	6.00	14.00	42.00	by difference	0.60	6,000.00	-
	REJECTION			>16.00	NA	>16.00	>45.00	NA	>1	<5,800.00	-
PERIOD	BARGE	MOTHER VESSEL	CARGO WEIGHT (MT)	TM	IM	Ash	VM	FC	TS	GCV	
				AR (%)	ADB (%)	ADB (%)	ADB (%)	ADB (%)	ADB (%)	AR (Kcal/Kg)	ADB (Kcal/Kg)
JANUARI 2014	TB. SAFARI 05 / BG. BINTANG KINANTI 05	MV.HONY WORLD	7,308.00	9.43	6.70	12.10	42.60	38.60	0.36	6,152.32	6,338.00
JANUARI 2014	TB. SAFARI 03 / BG. BINTANG KINANTI 03	MV.HONY WORLD	5,037.00	9.14	5.90	18.50	42.00	33.60	0.34	5,668.69	5,871.00
JANUARI 2014	TB. AME I / BG. AME 801	MV.HONY WORLD	7,424.00	10.94	7.00	11.60	43.90	37.50	0.38	6,136.52	6,408.00
JANUARI 2014	TB. AME II / BG. AME 802	MV.HONY WORLD	7,345.00	11.91	6.00	14.13	43.75	36.12	0.48	5,873.39	6,267.44
JANUARI 2014	TB. SAFARI 06 / BG. DAHLIA SAMUDERA 07	MV.HONY WORLD	7,605.00	12.56	6.80	11.00	43.90	38.30	0.38	6,065.45	6,465.00
JANUARI 2014	TB. SAFARI 08 / BG. SEKAR SAMUDERA 08	MV.HONY WORLD	7,222.00	12.12	6.30	15.33	42.73	35.65	0.51	5,751.09	6,131.96
JANUARI 2014	TB. SAFARI 05 / BG. BINTANG KINANTI 05	MV.HONY WORLD	7,071.00	11.09	7.20	13.00	42.97	36.83	0.51	6,042.98	6,307.38
JANUARI 2014	TB. SAFARI 06 / BG. DAHLIA SAMUDERA 07	MV.HONY WORLD	7,193.00	11.29	7.10	12.30	43.20	37.40	0.43	6,036.86	6,322.00
COMPOSITE		MV.HONY WORLD	56,205.00	11.14	6.65	13.28	43.18	36.89	0.43	5,978.60	6,280.98

Tabel-3. General Analysis PT JA Nusantara pada MV GROWING

PERIOD	KRITERIA	MOTHER VESSEL	CARGO WEIGHT (MT)	TM	IM	Ash	VM	FC	TS	GCV	
				AR (%)	ADB (%)	ADB (%)	ADB (%)	ADB (%)	ADB (%)	AR (Kcal/Kg)	ADB (Kcal/Kg)
JANUARI 2014	TYPICAL	MV.GROWING	39,000.00	13.00	6.00	14.00	42.00	by difference	0.60	6,000.00	-
	REJECTION			>16.00	NA	>16.00	>45.00	NA	>1	<5,800.00	-
PERIOD	BARGE	MOTHER VESSEL	CARGO WEIGHT (MT)	TM	IM	Ash	VM	FC	TS	GCV	
				AR (%)	ADB (%)	ADB (%)	ADB (%)	ADB (%)	ADB (%)	AR (Kcal/Kg)	ADB (Kcal/Kg)
JANUARI 2014	TB. SAFARI 08 / BG. SEKAR SAMUDERA 08	MV.GROWING	7,404.00	10.46	7.00	11.90	42.50	38.60	0.37	6,127.57	6,364.00
JANUARI 2014	TB. SAFARI 03 / BG. BINTANG KINANTI 03	MV.GROWING	4,963.00	10.74	7.73	13.79	41.94	36.53	0.41	5,864.58	6,062.12
JANUARI 2014	TB. SAFARI 01 / BG. AMANAH 01	MV.GROWING	4,604.00	10.34	6.71	14.23	43.37	35.69	0.44	5,933.51	6,173.71
JANUARI 2014	TB. SAFARI 09 / BG. ANUGERAH MULIA 09	MV.GROWING	7,304.00	10.25	7.80	10.27	38.51	43.42	0.43	6,272.75	6,444.56
JANUARI 2014	TB. SAFARI 05 / BG. BINTANG KINANTI 05	MV.GROWING	7,323.00	9.59	6.90	11.20	44.40	37.50	0.40	6,254.90	6,441.00
JANUARI 2014	TB. SAFARI 06 / BG. DAHLIA SAMUDERA 07	MV.GROWING	7,289.00	10.44	7.10	12.88	42.62	37.41	0.41	6,053.89	6,279.38
COMPOSITE		MV.GROWING	38,887.00	10.27	7.21	12.16	42.16	38.47	0.41	6,108.47	6,316.71

Tabel-4. Analisa *Total Moisture* PT JA Nusantara pada MV GET WANG, Bulan Desember 2013

BARGE	MOTHER VESSEL	TM Laut
		AR (%)
TB. SATRIA LAKSANA 148 / BG. SATRIA LAUT 3068	MV.GET WANG	11.24
TB. MANGAKA / BG. BAL 163	MV.GET WANG	11.40
TB. AME I / BG. AME 801	MV.GET WANG	12.22
TB.Safari 02/BG.Amanah 02	MV.GET WANG	12.36
TB.Safari 06/BG.Dahlia Samudera 07	MV.GET WANG	12.60
TB.Safari 09/BG.Anugerah Mulia 09	MV.GET WANG	12.26
TB.Satria Laut 8/BG.Satria Laksana 3058	MV.GET WANG	10.00
TB.Safari 02/BG.Amanah 02	MV.GET WANG	9.99
TB.Safari 06/BG.Dahlia Samudera 07	MV.GET WANG	10.33
COMPOSITE	MV.GET WANG	11.40

Tabel-5. Analisa *Total Moisture* PT KPP pada MV HONY WORLD, Bulan Januari 2014

BARGE	MOTHER VESSEL	TM Laut
		AR (%)
TB. SAFARI 05 / BG. BINTANG KINANTI 05	MV.HONY WORLD	9.80
TB. SAFARI 03 / BG. BINTANG KINANTI 03	MV.HONY WORLD	9.90
TB. AME I / BG. AME 801	MV.HONY WORLD	13.38
TB. AME II / BG. AME 802	MV.HONY WORLD	15.72
TB. SAFARI 06 / BG. DAHLIA SAMUDERA 07	MV.HONY WORLD	14.09
TB. SAFARI 08 / BG. SEKAR SAMUDERA 08	MV.HONY WORLD	13.40
TB. SAFARI 05 / BG. BINTANG KINANTI 05	MV.HONY WORLD	14.47
TB. SAFARI 06 / BG. DAHLIA SAMUDERA 07	MV.HONY WORLD	13.33
COMPOSITE	MV.HONY WORLD	13.14

Tabel-6. Analisa *Total Moisture* PT JA Nusantara pada MV. GROWING, Bulan Januari 2014

BARGE	MOTHER VESSEL	TM Laut
		AR (%)
TB. SAFARI 08 / BG. SEKAR SAMUDERA 08	MV.GROWING	10.10
TB. SAFARI 03 / BG. BINTANG KINANTI 03	MV.GROWING	10.30
TB. SAFARI 01 / BG. AMANAH 01	MV.GROWING	11.40
TB. SAFARI 09 / BG. ANUGERAH MULIA 09	MV.GROWING	10.20
TB. SAFARI 05 / BG. BINTANG KINANTI 05	MV.GROWING	10.10
TB. SAFARI 06 / BG. DAHLIA SAMUDERA 07	MV.GROWING	10.50
COMPOSITE	MV.GROWING	10.37

Curah Hujan

Tabel-7 sampai Tabel-9 menunjukkan total curah hujan terukur di lokasi pemuatan batubara ke mother vessel Get Wang, Hony World, dan Growing secara berurutan 101.1 mm, 164 mm, 85 mm. Menurut Oldeman, bulan dengan curah hujan antara 100- 200 mm termasuk bulan lembab.

Tabel-7. Curah Hujan saat *Loading* PT JA Nusantara pada MV GET WANG, Bulan Desember 2013

BARGE	CURAH HUJAN (^{mm} /har)
TB. SATRIA LAKSANA 148 / BG. SATRIA LAUT 3068	7.10
TB. MANGAKA / BG. BAL 163	7.50
TB. AME I / BG. AME 801	10.00
TB.Safari 02/BG.Amanah 02	9.00
TB.Safari 06/BG.Dahlia Samudera 07	33.50
TB.Safari 09/BG.Anugerah Mulia 09	3.50
TB.Satria Laut 8/BG.Satria Laksana 3058	9.50
TB.Safari 02/BG.Amanah 02	2.00
TB.Safari 06/BG.Dahlia Samudera 07	19.00

Tabel-8. Curah Hujan saat *Loading* PT KPP pada MV HONY WORLD, Bulan Januari 2014

BARGE	CURAH HUJAN (^{mm} /har)
TB. SAFARI 05 / BG. BINTANG KINANTI 05	45.00
TB. SAFARI 03 / BG. BINTANG KINANTI 03	7.50
TB. AME I / BG. AME 801	15.50
TB. AME II / BG. AME 802	26.00
TB. SAFARI 06 / BG. DAHLIA SAMUDERA 07	12.00
TB. SAFARI 08 / BG. SEKAR SAMUDERA 08	12.00
TB. SAFARI 05 / BG. BINTANG KINANTI 05	23.00
TB. SAFARI 06 / BG. DAHLIA SAMUDERA 07	23.00

Tabel-9. Curah Hujan saat *Loading* PT JA Nusantara pada MV GROWING, Bulan Januari 2014

BARGE	CURAH HUJAN (^{mm} /har)
TB. SAFARI 08 / BG. SEKAR SAMUDERA 08	2.50
TB. SAFARI 03 / BG. BINTANG KINANTI 03	1.50
TB. SAFARI 01 / BG. AMANAH 01	20.50
TB. SAFARI 09 / BG. ANUGERAH MULIA 09	24.50
TB. SAFARI 05 / BG. BINTANG KINANTI 05	25.00
TB. SAFARI 06 / BG. DAHLIA SAMUDERA 07	11.00

Perkiraan Penurunan Nilai Kalori

Perubahan nilai TM tentunya akan berpengaruh pada nilai kalori batubara. Tabel-10 sampai Tabel-12 menunjukkan kalori saat pemuatan ke vessel menurun 0.84%, 2.25%, 0.11% pada basis AR.

Tabel-10. Analisa Perubahan Nilai TM saat *Loading* ke vessel terhadap Perubahan Nilai Kalori untuk *Demand* PT JA Nusantara pada MV GET WANG, Bulan Desember 2013

CARGO WEIGHT (MT)	TM		GCV	
	DARAT (AR-%)	LAUT (AR-%)	DARAT (AR-Kcal/Kg)	LAUT (AR-Kcal/Kg)
7,383.00	11.50	11.24	5,800.52	5,823.82
7,419.00	11.00	11.40	5,889.07	5,862.61
7,524.00	11.90	12.22	5,645.40	5,624.75
5,147.00	11.00	12.36	5,887.38	5,797.09
7,355.00	10.90	12.60	6,252.94	6,133.64
7,414.00	10.50	12.26	5,755.22	5,648.31
7,441.00	9.50	10.00	6,000.59	5,967.44
5,008.00	10.20	9.99	6,377.31	6,391.96
7,345.00	9.10	10.33	6,204.94	6,120.75
62,038.00	10.55	11.40	5,966.18	5,916.11

Tabel-11. Analisa Perubahan Nilai TM saat *Loading* ke vessel terhadap Perubahan Nilai Kalori untuk *Demand* PT KPP pada MV HONY WORLD, Bulan Januari 2014

CARGO WEIGHT (MT)	TM		GCV	
	DARAT (AR-%)	LAUT (AR-%)	DARAT (AR-Kcal/Kg)	LAUT (AR-Kcal/Kg)
7,308.00	9.43	9.80	6,152.32	6,127.41
5,037.00	9.14	9.90	5,668.59	5,621.44
7,474.00	10.94	13.38	6,136.52	5,968.40
7,345.00	11.91	15.72	5,873.39	5,619.36
7,605.00	12.56	14.09	6,065.45	5,959.31
7,222.00	12.12	13.40	5,751.09	5,667.32
7,071.00	11.09	14.47	6,042.98	5,813.25
7,193.00	11.29	13.33	6,036.86	5,898.04
56,205.00	11.14	13.14	5,978.50	5,843.93

Tabel-12. Analisa Perubahan Nilai TM saat *Loading* ke *vessel* terhadap Perubahan Nilai Kalori untuk *Demand* PT JA Nusantara pada MV GROWING, Bulan Januari 2014

CARGO WEIGHT (MT)	TM		GCV	
	DARAT (AR-%)	LAUT (AR-%)	DARAT (AR-Kcal/Kg)	LAUT (AR-Kcal/Kg)
7,404.00	10.46	10.10	6,127.57	6,151.87
4,963.00	10.74	10.30	5,864.58	5,893.49
4,604.00	10.34	11.40	5,933.51	5,863.36
7,304.00	10.25	10.20	6,272.75	6,276.60
7,323.00	9.59	10.10	6,254.90	6,219.61
7,289.00	10.44	10.50	6,053.89	6,049.56
38,887.00	10.27	10.37	6,108.47	6,101.74

Model Matematika

Salah satu cara untuk menentukan bentuk suatu model matematika dari suatu hubungan antara variable bebas (X_1) dan (X_2) dengan variabel terikat (Y) adalah

melalui metoda regresi linier berganda, dimana bentuk umum persamaannya :

$$Y = a + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 \quad (1)$$

Berdasarkan hasil-hasil penelitian dari data yang ada melalui proses regresi linier berganda didapatkan bentuk-bentuk model matematika untuk pengaruh curah hujan (X_1), TM_{darat} (X_2) terhadap nilai TM_{laut} (Y). Konstanta yang tercantum pada Tabel-13 diperoleh dari persamaan dasar :

$$\sum Y = an + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_2 \quad (2)$$

$$\sum X_1 Y = a \sum X_1 + b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_1 X_2 \quad (3)$$

$$\sum X_2 Y = a \sum X_2 + b_1 \sum X_1 X_2 + b_2 \sum X_2^2 \quad (4)$$

Sehingga diperoleh persamaan umum :

$$TM_{\text{laut}} = -0.136 + 0.035CH + 1.002 TM_{\text{darat}} \quad (5)$$

Tabel-13. Analisa Perubahan Nilai TM saat *Loading* ke *vessel* terhadap Perubahan Nilai Kalori untuk *Demand* PT JA Nusantara pada MV GROWING, Bulan Januari 2014

No	TM LAUT	Curah hujan (mm/day)	TM DARAT	Y^2	X_1^2	X_2^2	$X_1 Y$	$X_2 Y$	$X_1 X_2$
	Y	X_1	X_2						
1	11.60	7.10	11.24	134.6	50.4	126.4	82.4	130.4	79.8
2	11.00	7.50	11.40	121.0	56.3	130.0	82.5	125.4	85.5
3	11.90	10.00	12.22	141.6	100.0	149.4	119.0	145.4	122.2
4	11.00	9.00	12.36	121.0	81.0	152.9	99.0	136.0	111.3
5	10.90	33.50	12.60	118.8	1122.3	158.8	365.2	137.3	422.1
6	10.60	3.50	12.26	112.4	12.3	150.3	37.1	130.0	42.9
7	9.50	9.50	10.00	90.3	90.3	100.0	90.3	95.0	95.0
8	10.20	2.00	9.99	104.0	4.0	99.9	20.4	101.9	20.0
9	9.10	19.00	10.33	82.8	361.0	106.8	172.9	94.0	196.3
10	9.80	45.00	9.43	96.0	2025.0	89.0	441.0	92.4	424.5
11	9.90	7.50	9.14	98.0	56.3	83.6	74.3	90.5	68.6
12	13.38	15.50	10.94	179.0	240.3	119.7	207.4	146.4	169.6
13	15.72	26.00	11.91	247.1	676.0	141.8	408.7	187.2	309.7
14	14.09	12.00	12.56	198.5	144.0	157.8	169.1	177.0	150.7
15	13.40	12.00	12.12	179.6	144.0	146.9	160.8	162.4	145.4
16	14.47	23.00	11.09	209.4	529.0	123.0	332.8	160.5	255.1
17	13.33	23.00	11.29	177.7	529.0	127.5	306.6	150.5	259.7
18	10.10	2.50	10.46	102.0	6.3	109.3	25.3	105.6	26.1
19	10.30	1.50	10.74	106.1	2.3	115.3	15.5	110.6	16.1
20	11.40	20.50	10.34	130.0	420.3	106.9	233.7	117.9	212.0
21	10.20	24.50	10.25	104.0	600.3	105.2	249.9	104.6	251.2
22	10.10	25.00	9.59	102.0	625.0	92.0	252.5	96.9	239.8
23	10.50	11.00	10.44	110.3	121.0	108.9	115.5	109.6	114.8
$\sum$	262	350	253	3,066	7,996	2,801	4,062	2,908	3,818

Pers (5) memenuhi persyaratan dari hasil uji statistik meliputi koefisien korelasi (R) dan konstanta determinasi (R^2).

$$R = \frac{b_1 \cdot \sum X_1 Y + b_2 \cdot \sum X_2 Y}{\sum Y} \quad (6)$$

$$R = \frac{0.035 \times 4062 + 1.002 \times 2908}{3066} \quad (7)$$

$$R = 0.997 \quad (8)$$

Konstanta determinasi :

$$R^2 = 0.997 \times 0.997 \quad (9)$$

$$R^2 = 0.994 \quad (10)$$

Uji F (uji serentak/ simultan) digunakan untuk membuktikan kebenaran hipotesis yang diajukan dalam

penelitian ini, yaitu apakah Curah hujan dan TM_{darat} berpengaruh secara simultan terhadap perubahan TM_{laut} .

F_{hitung} ditentukan dengan pers (11) atau dengan Microsoft Excel menggunakan formula =FINV(0.05,2,20) dimana N merupakan jumlah data dan k merupakan banyaknya variabel independen (X).

$$F_{\text{hitung}} = \frac{R^2 (N-k-1)}{k(1-R^2)} \quad (11)$$

$$F_{\text{hitung}} = \frac{0.994 (23-2-1)}{2(1-0.994)} \quad (12)$$

$$F_{\text{hitung}} = 1696 \quad (13)$$

Berdasarkan uji F, dengan kriteria : $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ = Ho diterima, $F_{hitung} > F_{tabel}$ = Ho ditolak, H_a diterima, $F_{hitung} = 1696 > F_{tabel} = 3.49$, $H_a : \beta 1 \neq \beta 2 \neq 0$, curah hujan dan TM_{laut} berpengaruh signifikan terhadap besarnya TM_{laut} . Jadi dengan adanya pers (5) ini, maka dalam perhitungan blending dapat memuat parameter

tersebut sehingga pada saat pelaksanaan dapat meminimalkan faktor ketidak tercapaian target *blending*.

Pers (5) divalidasi dengan membandingkan TM_{laut} hasil perhitungan dengan TM_{laut} aktual. Dari 23 sampel yang diambil, didapatkan *sumproduct* antara data aktual TM_{laut} dengan prediksi TM_{laut} sama nilainya 11,47%.

Tabel-14. Perbandingan TM_{laut} Aktual dengan TM_{laut} Prediksi

No	TUGBOAT/BARGE	PERIODE	Volume	Curah Hujan	TM (%)		
					Darat	Laut (Aktual)	Laut (prediksi)
			MT	mm/hari	ar	ar	ar
1	TB. SATRIA LAKSANA 148 / BG. SATRIA LAUT 3068	DESEMBER	7,383	7.10	11.24	11.60	11.38
2	TB. MANGAKA / BG. BAL 163	DESEMBER	7,419	7.50	11.40	11.00	11.55
3	TB. AME I / BG. AME 801	DESEMBER	7,524	10.00	12.22	11.90	12.46
4	TB. Safari 02/BG.Amanah 02	DESEMBER	5,147	9.00	12.36	11.00	12.57
5	TB.Safari 06/BG.Dahlia Samudera 07	DESEMBER	7,356	33.50	12.60	10.90	13.67
6	TB.Safari 09/BG.Anugerah Mulia 09	DESEMBER	7,414	3.50	12.26	10.60	12.27
7	TB.Satria Laut 8/BG.Satria Laksana 3058	DESEMBER	7,441	9.50	10.00	9.50	10.22
8	TB.Safari 02/BG.Amanah 02	DESEMBER	5,008	2.00	9.99	10.20	9.95
9	TB.Safari 06/BG.Dahlia Samudera 07	DESEMBER	7,346	19.00	10.33	9.10	10.89
10	TB. SAFARI 05 / BG. BINTANG KINANTI 05	JANUARI	7,308	45.00	9.43	9.80	10.91
11	TB. SAFARI 03 / BG. BINTANG KINANTI 03	JANUARI	5,037	7.50	9.14	9.90	9.29
12	TB. AME I / BG. AME 801	JANUARI	7,424	15.50	10.94	13.38	11.37
13	TB. AME II / BG. AME 802	JANUARI	7,345	26.00	11.91	15.72	12.72
14	TB. SAFARI 06 / BG. DAHLIA SAMUDERA 07	JANUARI	7,605	12.00	12.56	14.09	12.87
15	TB. SAFARI 08 / BG. SEKAR SAMUDERA 08	JANUARI	7,222	12.00	12.12	13.40	12.43
16	TB. SAFARI 05 / BG. BINTANG KINANTI 05	JANUARI	7,071	23.00	11.09	14.47	11.79
17	TB. SAFARI 06 / BG. DAHLIA SAMUDERA 07	JANUARI	7,193	23.00	11.29	13.33	11.99
18	TB. SAFARI 08 / BG. SEKAR SAMUDERA 08	JANUARI	7,404	2.50	10.46	10.10	10.43
19	TB. SAFARI 03 / BG. BINTANG KINANTI 03	JANUARI	4,963	1.50	10.74	10.30	10.68
20	TB. SAFARI 01 / BG. AMANAH 01	JANUARI	4,604	20.50	10.34	11.40	10.95
21	TB. SAFARI 09 / BG. ANUGERAH MULIA 09	JANUARI	7,304	24.50	10.25	10.20	11.01
22	TB. SAFARI 05 / BG. BINTANG KINANTI 05	JANUARI	7,323	25.00	9.59	10.10	10.36
23	TB. SAFARI 06 / BG. DAHLIA SAMUDERA 07	JANUARI	7,289	11.00	10.44	10.50	10.71
COMPOSITE			157,130		11.03	11.47	11.47

Curah Hujan Rencana

Hujan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari suatu proses perencanaan, karakteristik hujan yang berpengaruh disini adalah kondisi curah hujan dalam satu

satuan waktu serta intensitas hujan. Penentuan parameter tersebut membutuhkan data curah hujan minimal sepuluh tahun terakhir sebagaimana tercantum pada Tabel-15.

Tabel-15. Data Curah Hujan Tahun 2004 – 2013

No	Tahun	Jumlah Curah Hujan (mm)											
		Bulan											
		Januari	Pebruari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	2004	441.0	282.0	152.0	261.0	329.0	47.0	350.0	0.0	21.0	4.0	117.0	190.0
2	2005	213.0	371.0	370.0	242.0	140.0	207.0	73.0	35.0	55.0	185.0	177.0	276.0
3	2006	534.0	202.0	302.0	196.0	80.0	503.0	32.0	18.0	14.0	0.0	134.0	865.0
4	2007	680.0	277.5	363.0	145.0	109.0	217.0	172.0	151.0	31.5	85.0	444.5	399.0
5	2008	184.5	222.0	394.4	226.0	232.0	162.0	333.0	256.0	137.0	132.0	280.0	731.0
6	2009	229.0	118.0	108.0	157.0	276.0	58.0	42.0	8.0	0.0	105.0	165.0	150.0
7	2010	198.0	141.0	68.0	62.0	215.0	202.0	195.0	201.0	202.0	210.0	488.6	263.0
8	2011	290.0	262.0	181.1	424.0	111.0	86.5	79.0	23.0	47.5	159.1	190.8	434.4
9	2012	69.0	216.0	45.0	81.0	339.0	93.0	386.0	391.0	44.0	107.0	146.0	167.0
10	2013	224.0	188.0	328.0	302.0	211.0	119.0	509.0	341.0	109.0	47.0	169.0	195.0
Rata - rata bulan		306.3	228.0	231.2	209.6	204.2	169.5	217.1	142.4	66.1	103.4	231.2	367.0
FORECAST 2014		120.2	156.5	148.9	211.7	232.5	90.1	338.3	325.3	108.0	136.2	249.6	238.4

n	CH MAX	CH	X	(X - Xi)	(X - Xi)^2	Yn	(Yn - YN)^2
1	2006	865.0	865.0	346.3	119923.69	2.35	3.41
2	2008	731.0	731.0	212.3	45071.29	1.61	1.23
3	2007	680.0	680.0	161.3	26017.69	1.14	0.42
4	2013	509.0	509.0	-9.7	94.09	0.79	0.09
5	2010	488.6	488.6	-30.1	906.01	0.50	0.00
6	2004	441.0	441.0	-111.1	12343.21	0.24	0.01
7	2011	434.4	434.4	-84.3	7106.49	-0.01	0.26
8	2012	391.0	391.0	-127.7	16307.29	-0.26	0.57
9	2005	371.0	371.0	-147.7	21815.29	-0.53	1.06
10	2009	276.0	276.0	242.7	58903.29	0.87	1.88
Rata-rata		Xi	518.7		302182.42	4.95	9.02
YN =				(Xi - Xi)^2 / (n-1)	33575.82444		
Sn =				Sd	183.237		
Sd =							

Gambar-1. Data Curah Hujan Tahun 2004 – 2013

Daerah penambangan PT Amanah Anugerah Adi Mulia termasuk daerah tropis yang ditandai dengan adanya pergantian dua musim, yaitu musim penghujan (November–April) dan Musim Kemarau (Mei–Oktober). Data curah hujan maksimum dianggap mengikuti distribusi normal karena model distribusi ini yang akan menghasilkan curah hujan rencana paling ekstrim, sehingga dapat dilakukan antisipasi terhadap besarnya curah hujan periode ulang waktu tertentu. Perhitungan dapat dilihat pada Gambar-1. Gambar-2 menunjukkan curah hujan rencana yang diambil untuk periode ulang 10 tahun adalah 21.06 mm/hari. Gambar-3 menunjukkan rencana intensitas hujan harian sepanjang tahun 2014 yang berbeda setiap bulannya.

Periode Ulang Hujan	Reduced Variate [W]	Resiko Hidrologi (PR)	Reduce Variate Factor [q]	Curah Hujan Rencana (mm)	CHR(mm/hari)
2.00	0.37	99.80%	-0.05	510.40	17.01
3.00	0.90	97.40%	0.14	544.98	18.17
4.00	1.25	92.49%	0.26	567.12	18.90
5.00	1.50	86.58%	0.35	583.51	19.45
6.00	1.70	80.62%	0.42	596.54	19.88
7.00	1.87	75.03%	0.48	607.36	20.25
8.00	2.01	69.93%	0.53	616.62	20.55
9.00	2.14	65.36%	0.58	624.72	20.82
10.00	2.25	61.26%	0.62	631.91	21.06

$$Y_t = -LN \left(\frac{(-LN(P(UH-1))}{P(UH)} \right)$$

$$X_t = \bar{X}_t + (K \cdot S_d)$$

$$S_d = \left[\frac{\sum (Y_t - \bar{Y}_t)^2}{(n-1)} \right]^{1/2}$$

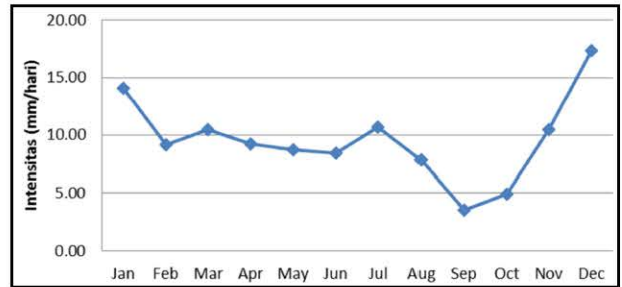
$$PR = \left(1 - \frac{(1)}{P(UH)} \right)^9$$

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum (Y_n^2 - Y_n)^2}{n-1}}$$

$$K = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n}$$

$$Y_n = \frac{Y_n}{n}$$

Gambar-2. Data Curah Hujan Tahun 2004 – 2013



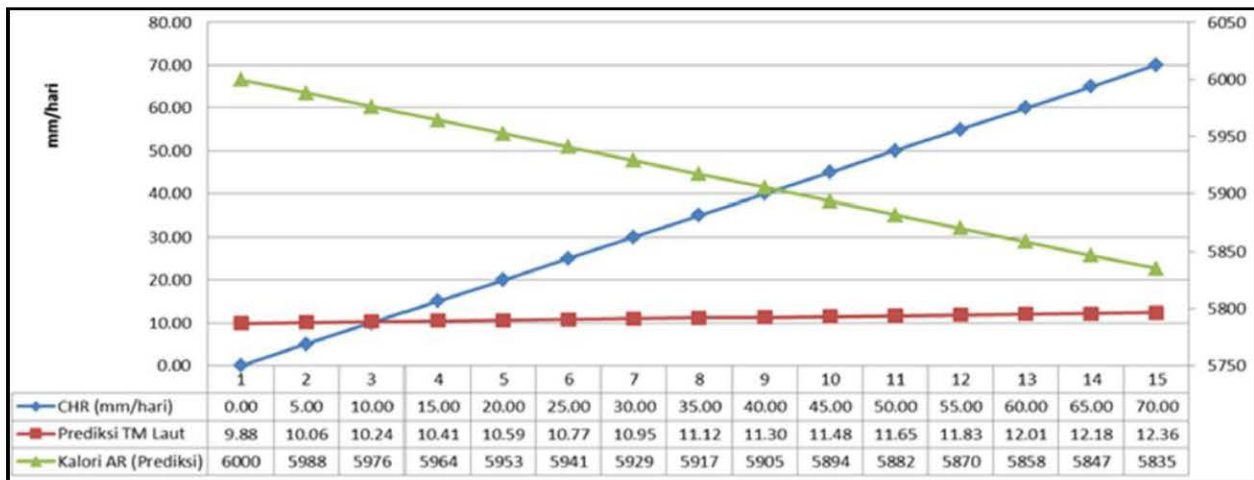
Gambar-3. Grafik Curah Hujan Rencana Tahun 2014

Prediksi TM_{laut} dan Prediksi Penurunan Kalori

TM_{laut} tahun 2014 dapat diprediksi dari curah hujan rencana perbulan menggunakan pers (5). Tabel-15 dan gambar-4 menerangkan peningkatan curah hujan dengan TM_{darat} yang tetap, akan mempengaruhi nilai TM_{laut} . Semakin besar curah hujan rencana, TM_{laut} meningkat dan kalori mengalami penurunan. Peningkatan curah hujan per 5 mm/hari dengan TM_{darat} tetap, akan menambah 0,18% kenaikan TM_{laut} . Apabila curah hujan 0, maka ada peran penguapan yang mengakibatkan penurunan persentase TM_{laut} sebesar 0.11%. Dengan kenaikan curah hujan sampai dengan 60 mm/hari kenaikan TM_{laut} menjadi >2% dan kalori turun sebesar 141 Kkal/kg.

Tabel-15. Simulasi TM_{darat} dengan Prediksi Curah Hujan Maksimum terhadap perubahan Nilai TM_{laut}

No	CHR (mm/hari)	TM darat (%) (Simulasi)	Prediksi TM Laut (%)	Selisih (%)	IM (%) (Simulasi)	Kalori (KCal/Kg) Adb (Simulasi)	Kalori (KCal/Kg) AR (Prediksi)
0.00	0.00	11.00	10.89	(0.11)	6.50	6225	5933
1.00	5.00	11.00	11.06	0.06	6.50	6225	5921
2.00	10.00	11.00	11.24	0.24	6.50	6225	5909
3.00	15.00	11.00	11.42	0.42	6.50	6225	5898
4.00	20.00	11.00	11.59	0.59	6.50	6225	5886
5.00	25.00	11.00	11.77	0.77	6.50	6225	5874
6.00	30.00	11.00	11.95	0.95	6.50	6225	5862
7.00	35.00	11.00	12.12	1.12	6.50	6225	5851
8.00	40.00	11.00	12.30	1.30	6.50	6225	5839
9.00	45.00	11.00	12.48	1.48	6.50	6225	5827
10.00	50.00	11.00	12.65	1.65	6.50	6225	5815
11.00	55.00	11.00	12.83	1.83	6.50	6225	5803
12.00	60.00	11.00	13.01	2.01	6.50	6225	5792
13.00	66.00	11.00	13.22	2.22	6.50	6225	5778
14.00	70.00	11.00	13.36	2.36	6.50	6225	5768
15.00	75.00	11.00	13.54	2.54	6.50	6225	5756



Gambar-4. Pengaruh curah hujan rencana dalam peningkatan nilai TM_{laut} dan penurunan kalori (basis AR)

KESIMPULAN

Dari perhitungan pengaruh curah hujan terhadap perubahan nilai total moisture menggunakan metode regresi linier berganda, didapatkan hasil $TM_{laut} = -0.136 + 0.035CH + 1.002 TM_{darat}$. Curah hujan dan TM_{darat} berpengaruh signifikan terhadap besarnya TM_{laut} . Jadi, TM_{laut} aktual dapat diprediksi dengan persamaan ini menggunakan data curah hujan rencana.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. 2005. *Training Kualitas Batubara dan Stockpile Management*. PT Geoservice.
- [2] Anonim, 2008. *Draft Diktat Kuliah Batubara*. Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- [3] Anonim, 2013. *Riset Operasi*.
- [4] Muchjidin, 2006. *Pengendalian Mutu dalam Industri Batubar*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [5] Sitohang, D.J., 2013. *Evaluasi Pencapaian Target Barging Batubara di PT Kadya Carakamulia, Kecamatan Simpang Empat, Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan* (Skripsi). Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- [6] Sukandarrumidi, 1995. *Batubara dan Gambut*. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.