

DAMPAK PERTAMBANGAN NIKEL TERHADAP LINGKUNGAN DI KABUPATEN HALMAHERA TENGAH

Anhar Drakel

Institut Sains dan Kependidikan (ISDIK) Kie Raha Maluku Utara

Email:anharrakel29@gmail.com

ABSTRAK

Pertambangan nikel dianggap sebagai kegiatan yang berperan penting dalam upaya transisi penggunaan energi fosil ke penggunaan energi terbarukan di sektor transportasi. Namun, di sisi lain, aktivitas pertambangan nikel membawa perubahan negatif terhadap seluruh ekosistem baik di hulu maupun di hilir, sehingga dapat mempengaruhi kondisi lingkungan dan sosial ekonomi di Kabupaten Halmahera Tengah. Seiring dengan pengembangan pembangunan industri memberikan dampak terhadap kualitas air, baik air permukaan maupun air tanah dan bahkan pesisir pantai mengalami perubahan. Bahkan sejumlah sungai tertimbun dan tidak lagi mengalir hingga ke laut. Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut: (1). Untuk mengetahui pengaruh kekeringan terhadap ekosistem. (2). Untuk mengetahui pengaruh Teknologi terhadap ekosistem. (2). Untuk mengetahui pengaruh keanekaragaman Hayati terhadap ekosistem. Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa kekeringan, teknologi, keanekaragaman hayati mempengaruhi secara bersama-sama terhadap ekosistem dalam lingkungan, baik di hulu maupun di hilir.

Kata Kunci: Lingkungan, Ekosistem, pertambangan.

ABSTRACT

Nickel mining is considered a crucial activity in the transition from fossil fuels to renewable energy in the transportation sector. However, nickel mining activities negatively impact the entire ecosystem, both upstream and downstream, potentially impacting the environmental and socioeconomic conditions in Central Halmahera Regency. Along with the development of industrial development, it has an impact on water quality, both surface water and groundwater and even coastal areas are experiencing changes. Even a number of rivers are buried and no longer flow to the sea. The objectives of this research are as follows: (1). To determine the effect of drought on the ecosystem. (2). To determine the effect of technology on the ecosystem. (2). To determine the effect of biodiversity on the ecosystem. Based on the analysis results, it was found that drought, technology and biodiversity jointly influence the ecosystem in the environment, both upstream and downstream.

Keywords: Environment, Ecosystem, mining.

PENDAHULUAN

Secara historis geografis menunjukkan bahwa betapa besar potensi sumber mineral yang dimiliki Indonesia berdasarkan data hasil penyelidikan yang telah terhimpun sampai sekarang dengan angka-angka yang cukup mengesankan yakni sumberdaya tembaga sebagian besar dari jenis porfir ditaksir seluruhnya berjumlah 32 juta ton juga mengandung emas dan perak terdapat di Grasberg, Irian Jaya, diperkirakan cadangan tembaga porfir terkaya didunia. Sumberdaya emas primer maupun sekunder (aluvial) ditaksir sebesar 3700 ton, terdapat di hampir semua pulau besar Indonesia dengan cadangan terbesar 2700 ton di Grasberg. Sumberdaya bijih nikel laterit sebesar 1000 juta ton dengan kandungan logam sebanyak kurang lebih 13 juta ton, terdapat diberbagai daerah di Indonesia bagian timur. Sumberdaya timah sekitar 600.000 ton terdapat didaerah kepulauan timah dan sekitarnya. Endapan-endapan bauksit di Kalimantan Barat seluruhnya ditaksir 1,3 milyar ton berkadar rendah (rata-rata dengan 30% Al_2O_3), 800 ton diantaranya berkadar (rata-rata 40%-43% Al_2O_3). Sumberdaya batubara seluruhnya ditaksir berjumlah 36,5 milyar ton, sebagian besar berupa lignit dan sisanya batubara subbituminus, bituminus dan antrasit. Belum termasuk bahan galian bukan logam seperti; batu gamping, marmer, pasir kuarsa, koalin, berbagai jenis lempung, dan jenis batuan lain seperti granit, sienit, peridotit dan lain sebagainya. Dengan seluruh potensi sumberdaya logam dan non logam itu, Indonesia termasuk katagori negara negara kaya (the haves).

Indonesia setelah mengalami serangkaian kejutan-kejutan hebat pada bidang ekonomi, sosial dan perubahan politik telah berpengaruh kepada keadaan sumberdaya alam serta lingkungan hidup yang menentukan penataan ruang, sejak dimulai krisis dalam tahun 1997-1998. Negara ini setelah terjadi krisis mengalami kerusakan lingkungan hidup yang hebat, yang berpengaruh kepada struktur penataan ruang wilayah di negara ini, terutama jika dibandingkan, dengan negara-negara Asia lainnya. Terjadinya kerusakan tata ruang meliputi rusaknya kawasan perlindungan (yang ditutupi hutan) maupun kawasan budidaya karena terjadinya konversi hutan-hutan alam kepada pembukaan pertambangan, pembukaan perkebunan. Sedangkan lahan-lahan pertanian subur banyak mengalami konversi menjadi kawasan industri dan perumahan maupun untuk pembangunan infrastruktur jalan-jalan, fasilitas transport dan lain-lain. dengan yang kecepatannya yang tinggi. Dengan adanya pembukaan lahan industry di wilayah-wilayah hulu menyebabkan terjadi kerusakan ekosistem yang pada akhirnya berdampak pada wilayah hilir, yang merupakan sebuah fenomena dari tahun ke tahun. vegetasi asli hutan sebagai penutup wilayah hulu telah berkurang dari tahun ke tahun mulai pertengahan tahun 1990 sampai tahun 2024.

Untuk melihat fenomena ini dipropinsi Maluku utara, merupakan salah satu propinsi yang mempunyai industry pertambangan yang terbesar di Indonesia. Dengan melihat kondisi industry pertambangan yang begitu besar, maka akan terjadi degradasi lingkungan yang sangat tinggi, dengan melihat fenomena pembukaan lahan industry, maka akan terjadi perubahan pada wilayah hulu dan hilir sebagai wilayah penyangga habitat lingkungan. Dimana pembukaan lahan pertambangan di wilayah hulu memberikan dampak signifikan dan umumnya bersifat negatif terhadap tata ruang wilayah hilir di Maluku Utara, terutama melalui perubahan fungsi lahan, kerusakan lingkungan, dan peningkatan risiko bencana alam. Dampak utama terhadap tata ruang wilayah hilir. Adapun perubahan yang terjadi meliputi: perubahan fungsi lahan, pencemaran lingkungan, peningkatan risiko bencana alam, ketimpangan sosial dan ekonomi, maupun konflik tata ruang.

Untuk melihat data perkembangan pengelolaan industri pertambangan, maka propinsi Maluku Utara telah mengalami perkembangan pesat dalam beberapa tahun terakhir, seiring dengan meningkatnya permintaan global akan nikel untuk industri baterai kendaraan listrik dan baja tahan karat. Diawali oleh PT Aneka Tambang Tbk (ANTAM) yang mulai menambang di Pulau Gebe pada 1997, konsesi tambang telah meluas hingga 156.197,04 hektar yang sebagian besar terletak di Halmahera Tengah. Pertambangan nikel di Maluku Utara dianggap telah memberikan manfaat ekonomi dan peluang bagi pembangunan lokal, tetapi juga secara jelas menghasilkan dampak negatif terhadap kondisi sosial dan lingkungan.

Industri pertambangan nikel di Kabupaten Halmahera Tengah, Provinsi Maluku Utara, berkembang seiring dengan perubahan-perubahan sosial dan kualitas lingkungan, perubahan kualitas air, pencemaran udara maupun perubahan seluruh ekosistem yang ada di hulu maupun hilir. di setiap desa terdampak di sekitar kawasan industri. Untuk saat ini, tatanan sosial dan kondisi lingkungan di setiap pedesaan mengalami perubahan yang sangat dirasakan masyarakat setempat.

Pembangunan Industri telah mengubah lanskap dan tata ruang pesisir di kawasan industri, jika dilihat sebelum pembangunan industri semua wilayah pedesaan tertutup oleh hutan dan dipesisir pantai tertutup hutan mangrove, tetapi untuk saat ini, hampir seluruh garis pantai seluruh pedesaan telah berubah menjadi kawasan industri nikel dengan berbagai fasilitas, seperti PLTU, smelter, perkantoran, dan akomodasi tenaga kerja. Perubahan tata guna lahan ini menyudutkan ruang hidup seluruh ekosistem dan habitat seluruh makhluk hidup, termasuk petani yang tidak lagi memiliki lahan tanam dan nelayan yang harus mencari ikan jauh dari pantai, bahkan akses air bersih dan ruang udara yang bersihpun tidak dinikmati oleh masyarakat.

TINJAUAN PUSTAKA

Perkembangan Dunia Pertambangan di Indonesia

Selama beratus - ratus tahun yang lampau hingga kini, kebutuhan manusia akan sumberdaya mineral terus mengalami perkembangan, dari keperluan akan perhiasan, peralatan rumah tangga, pertanian, transportasi sampai kepada industri persenjataan. Sejarah perusahaan penambangan di kepulauan Indonesia menurut catatan sejarah di prakarsai oleh orang Hindu dan Cina pendatang yang mencari emas ratusan tahun yang lalu. Orang-orang pribumi yang mendiami kepulauan Indonesia lebih memilih bertani daripada kerja tambang yang berbahaya dan bersifat untung-untungan. Dalam catatan beberapa pengamat pertambangan di Indonesia, emas telah mulai diusahakan di Indonesia sejak tahun 700 SM (Soesastro dan Sudarsono, 1986; Sigit, 1992). Bahan galian tertua kedua, yaitu Timah, telah diusahakan penambangannya di Indonesia sejak tahun 1700-an. Meskipun demikian bahan galian ini telah ditemukan sejak tahun 1700 SM. Hampir seluruh kegiatan penambangan dikala itu diusahakan oleh rakyat dan dalam skala usaha yang tidak besar.

Meskipun usianya yang sudah cukup tua, usaha penambangan bahan galian di kepulauan Indonesia relatif tidak tersentuh intervensi kapital yang intensif. Potensi pertambangan di negeri ini baru mulai dikembangkan menjelang akhir abad ke-19 ketika orang-orang Belanda datang dan berhasil menjajah Indonesia. Perkembangan itu berlangsung lambat, disebabkan karena kolonialisasi Belanda di Indonesia lebih berorientasi pada sektor pertanian. Perlakuan Belanda kepada orang-orang pribumi dalam perusahaan pertambangan hanya dijadikan buruh kasar, sedikit saja yang sempat

menjadi mandor ataupun pengawas. Karena sumberdaya mineral sesuatu yang berharga dan bernilai tinggi maka upaya pembodohan secara sistimatis pihak penjahat telah menjauhkan masyarakat Indonesia dengan dunia pertambangan. Maka tidak mengherankan bila akhirnya bagian terbesar masyarakat Indonesia hingga kini, awam dalam soal pertambangan dan menganggap bidang geologi dan pertambangan sesuatu yang asing, bahkan eksklusif.

Potensi dan Dampak Pertambangan

Berikut potensi-potensi dampak yang dapat terjadi akibat usaha pertambangan:

1. Deforestasi

Pertambangan nikel membutuhkan lahan dengan cakupan area yang luas untuk kebutuhan eksplorasi, ekstraksi mineral, dan pembangunan infrastruktur pertambangan. Kebutuhan lahan yang luas akan membawa dampak pada hilangnya tutupan lahan berupa hutan.

2. Pencemaran air

Dampak dari pertambangan nikel yang melakukan pembuangan tailing ke laut berpotensi melepaskan senyawa-senyawa kimia berbahaya, seperti logam berat, yang bisa mengakibatkan pencemaran air dan merusak ekosistem perairan.

3. Pencemaran udara

Aktivitas pembangunan infrastruktur pertambangan, penggalian mineral, dan berbagai kegiatan lainnya di lokasi pertambangan berpotensi menghasilkan debu dan emisi yang dilepaskan ke udara. Partikulat dan senyawa lainnya berdampak buruk bagi kualitas udara dan menimbulkan sejumlah permasalahan, seperti gangguan pernapasan bagi manusia dan perubahan ekosistem.

4. Perubahan pola penghidupan warga sekitar

Perubahan lanskap yang terjadi akibat adanya pertambangan nikel mengakibatkan perubahan sosial-ekonomi warga setempat. Hal ini dapat memicu konflik kepentingan atas lahan dan sumber daya di sekitar area pertambangan nikel.

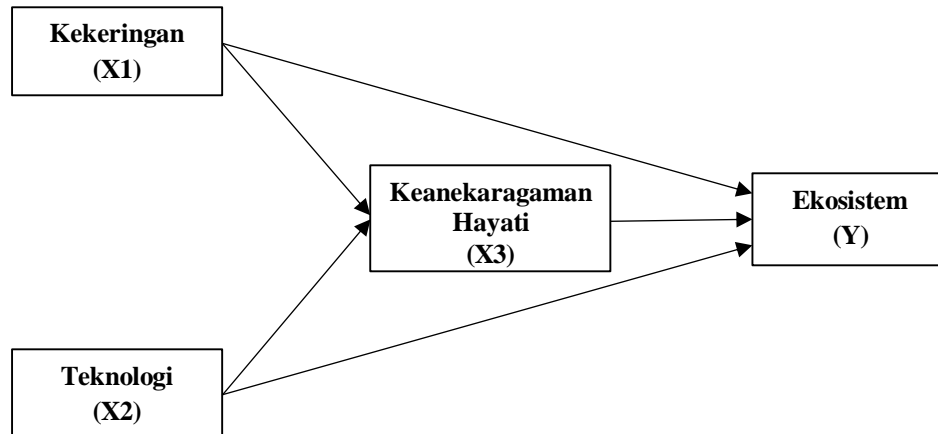
5. Kerusakan habitat flora dan fauna

Pertambangan nikel berdampak pada perubahan ekosistem di sekitar wilayah pertambangan. Perubahan ekosistem perairan dan daratan dapat diiringi oleh kerusakan habitat alami flora dan fauna. Kondisi tersebut berpotensi menurunkan indeks keanekaragaman hayati untuk kawasan dimana pertambangan nikel dilangsungkan.

Provinsi Maluku Utara. Area ini mencakup dua desa di Kecamatan Weda Tengah, yaitu Desa Lelilef Sawai dan Desa Lelilef Woebulen, tapi dampaknya berpotensi melebar ke dua desa lainnya di Kecamatan Weda Utara, yaitu Desa Gemaf dan Desa Sagea. Tahap konstruksi mulai berjalan sejak peresmian pada Agustus 2018 dan pengembangan kawasan saat ini masih berlangsung. Kini, kawasan IWIP telah dilengkapi smelter berteknologi Rotary-Kiln Electric Furnace (RKEF) dengan kapasitas total 500 kiloton logam nikel per tahun, Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) batu bara dengan kapasitas 1.000 MW, dan fasilitas pendukung lainnya, seperti pelabuhan, perkantoran, dan akomodasi karyawan.

Kerangka Penelitian

Berdasarkan uraian diatas dapat digambarkan kerangka penelitian seperti sebagai berikut:



Gambar Kerangka Penelitian Pengaruh Kekeringan, Teknologi, Keanekaragaman Hayati Terhadap Ekosistem

Hipotesis Penelitian

1. Terdapat pengaruh positif dan signifikan ekosistem terhadap Kekeringan.
2. Terdapat pengaruh positif dan signifikan ekosistem terhadap Teknologi.
3. Terdapat pengaruh positif dan signifikan ekosistem terhadap Keanekaragaman Hayati.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan menggunakan data primer. Instrumen penelitian menggunakan kuesioner dengan waktu penelitian mulai bulan oktober sampai November tahun 2025 yang berlokasi di Kabupaten Halmahera Tengah.

Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian menggunakan analisis regresi berganda dengan model analisis sebagai berikut:

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_n + b_4 D_1 + \dots + e^*$$

Dimana :

Y = Ekosistem

X₁ = Kekeringan (Air)

X₂ = Teknologi

X₃ = Keanekaragaman Hayati

D₁ = Kualitas Udara (1 = hutan, 0 = lainnya)

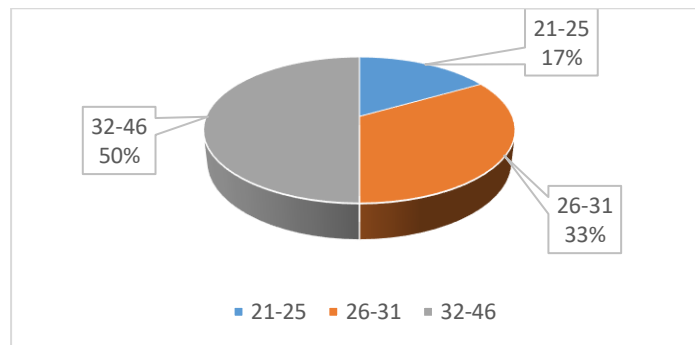
F₃ = Longsor, sosial ekonomi, infrastruktur.

D_{1,n} = Variabel dummy

a = Konstanta ; b_i = Koefisien parameter ; e_i* = epsilon error

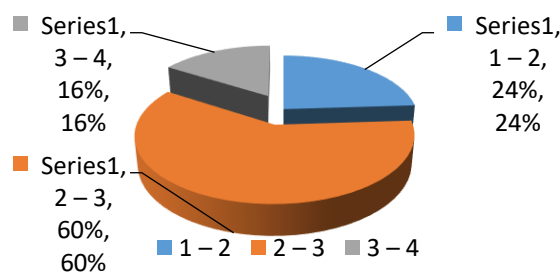
HASIL PENELITIAN DAN PMBAHASAN

Usia responden disajikan dalam bentuk persentase berdasarkan usia responden. Usia responden terendah responden adalah 21 tahun dan usia tertinggi responden adalah 46 tahun. Dengan persentase untuk usia 21-25 sebesar 17%, usia 26-31 sebesar 33%, dan 32-46 sebesar 50%. Gambar 1 menunjukkan persentase responden berdasarkan umur responden. Dalam mengestimasi besarnya kondisi sosial ekonomi, umur tidak dimasukkan ke dalam variabel bebas. Berikut jumlah responden berdasarkan umur responden.



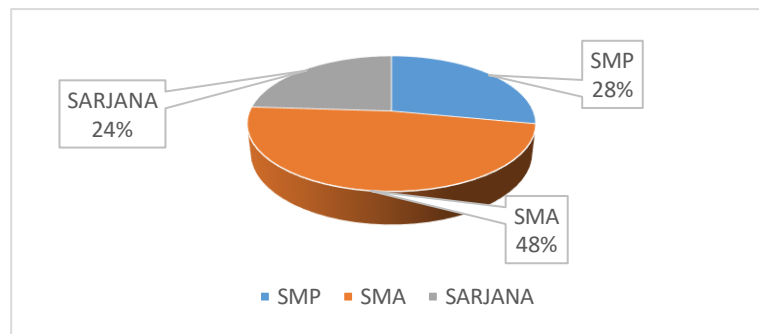
Grafik Persentase Responden berdasarkan Umur

Jumlah tanggungan keluarga responden disajikan dalam bentuk persentase. Persentase tanggungan keluarga responden berdasarkan jumlah tanggungan Keluarga bersama responden. Jumlah tanggungan keluarga 1-2 sebesar 24%, 2-3 sebesar 60% dan 3-4 sebesar 16%. Dalam mengestimasi besarnya kondisi sosial ekonomi orang tua, jumlah tanggungan keluarga tidak dimasukkan ke dalam variabel bebas. Dan sesuai dengan hasil survei jumlah tanggungan keluarga dalam satu keluarga maksimum hanya sampai 4 orang. Berikut jumlah responden berdasarkan jumlah tanggungan keluarga responden.



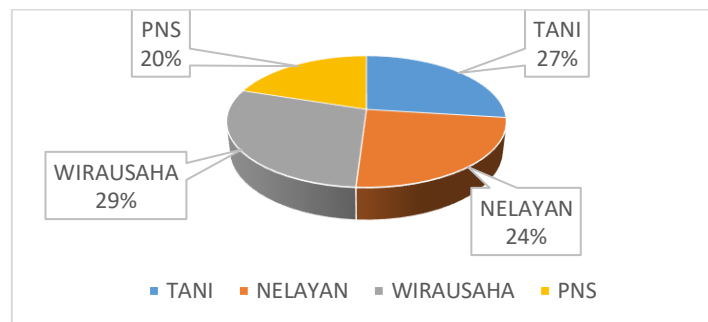
Grafik Persentase Responden berdasarkan Tanggungan Keluarga

Berdasarkan data yang didapatkan, pendidikan formal yang diamati dalam penelitian ini dibedakan menjadi 3, yaitu tamat SMP, SMA, SARJANA, rata-rata responden tidak melanjutkan ke perguruan tinggi (Sarjana/D3/S1/S2/S3). Dari hasil yang diperoleh selama dilapangan diketahui tingkat pendidikan yang paling dominan adalah tamat SMP sebesar 28%, dan SMA sebesar 48%, Sarjana sebesar 24%. Gambar 3 menunjukkan secara lengkap persentase responden berdasarkan tingkat pendidikan responden. Dari tabel 20 diketahui juga ternyata tidak satupun dari responden yang ditemui dilapangan mengaku tidak sekolah dan tidak tamat sekolah dasar. Hal ini mungkin berkaitan dengan kondisi ekonomi yang serba kekurangan.



Grafik Persentase Responden berdasarkan Tingkat Pendidikan

Dalam penelitian ini pekerjaan responden dibedakan menjadi 4, yaitu : Tani, Nelayan, Wirausaha dan PNS. Dari hasil yang ditemui dilapangan dapat diketahui bahwa pekerjaan persentase responden yang paling dominan adalah Tani sebesar 27%, Nelayan sebesar 24%. Wirausaha sebesar 29%, PNS 20%. gambar 4 menunjukkan secara lengkap pekerjaan responden dari masing-masing responden.



Grafik Persentase Responden berdasarkan Pekerjaan

Uji Normalitas Data

Karena jenis statistika yang akan digunakan untuk pengujian hipotesis adalah statistika parametrik, maka sebelum melakukan pengolahan data terlebih dahulu akan dilakukan uji normalitas terhadap data-data yang telah terkumpul. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah variable X dan Y terdistribusi secara normal atau tidak.

**Tabel Hasil Uji Normalitas Data dalam Penelitian
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		EKS	KK	Tek	KH
N		10	10	10	10
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	22.30	26.50	57.60	26.60
	Std. Deviation	3.234	5.462	12.358	20.791
Most Extreme Differences	Absolute	.186	.195	.219	.298
	Positive	.114	.195	.219	.298
	Negative	-.186	-.195	-.125	-.188
Test Statistic		.186	.195	.219	.298
Asymp. Sig. (2-tailed)		.061	.072	.189 ^c	.068

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

Melalui data yang diuraikan pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa data ketiga variabel berdistribusi normal, dimana nilai signifikansi uji Kolmogorov-Smirnov pada ketiga variabel lebih besar dari 0,05 (yaitu 0,061, 072 dan 0,068). Sejalan dengan hasil uji Kolmogorov-Smirnov maka penggunaan statistika parametrik untuk pengujian hipotesis pada penelitian ini sudah tepat.

Uji Linieritas

Karena teknik analisis data yang akan digunakan untuk pengujian hipotesis adalah analisis regresi linier, maka sebelum melakukan pengolahan menggunakan analisis regresi linier terlebih dahulu akan dilakukan uji linieritas antar variabel penelitian. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah hubungan antara variable pendekatan pendapatan, kebutuhan dan air linier atau non linier.

Tabel Hasil Uji Linieritas Hubungan Antar Variabel

ANOVA Table							
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
EKS * KH	Between Groups	(Combined)	93.600	8	11.700	23.400	.005
		Linearity	5.052	1	5.052	10.105	.004
		Deviation from Linearity	88.548	7	12.650	25.299	.002
	Within Groups		.500	1	.500		
	Total		94.100	9			

Sumber: Data primer

Melalui hasil uji linieritas yang diuraikan pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa hubungan antara ketiga variabel adalah linier, dimana nilai signifikansi uji Linieritas antara ketiga variabel lebih kecil dari 0,05. Sejalan dengan hasil uji linieritas maka penggunaan analisis regresi linier untuk pengujian hipotesis pada penelitian ini sudah tepat.

Analisis Kuantitatif Pengaruh Kekeringan, Teknologi dan Keanekaragaman Hayati terhadap Ekosistem

Dengan menggunakan software SPSS 25 for windows, maka dapat dilihat hasil pengolahan data pada tabel di bawah ini.

Tabel Hasil Analisis Regresi Coefficients^a

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients			
Model		B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Correlations Zero-order
1	(Constant)	.151	8.487		2.202	0.091	
	KK	.148	.295	.551	3.128	0.005	.786
	Tek	.111	.201	.433	3.050	0.007	.655
	KH	.236	.448	.539	2.080	0.004	.732

a. Dependent Variable: EKS

Sumber : Data primer.

Dari tabel di atas maka didapatkan suatu persamaan regresi sebagai berikut:

$$Y = 0,151 + 0,148 X_1 + 0,111 X_2 + 0,036 X_3$$

Dimana : Y = Ekosistem

X_1 = Kekeringan

X_2 = Teknologi

X_3 = Keanekaragaman Hayati

Dari hasil perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa koefisien regresi variabel kekeringan (X_1) memiliki tanda positif yang berarti perubahan yang positif pada kekeringan akan membuat perubahan yang positif pada ekosistem, demikian juga sebaliknya, perubahan yang negatif pada kekeringan akan membuat perubahan yang negatif pula pada ekosistem.

Selanjutnya koefisien regresi variabel teknologi (X_2) memiliki tanda positif yang berarti perubahan yang positif pada teknologi akan membuat perubahan yang positif pada ekosistem, atau juga sebaliknya, perubahan yang negatif pada teknologi akan membuat perubahan yang negatif pula pada ekosistem.

Selanjutnya koefisien regresi variabel keanekaragaman hayati (X_3) memiliki tanda positif yang berarti perubahan yang positif pada keanekaragaman hayati akan membuat perubahan yang positif pada ekosistem, atau juga sebaliknya, perubahan yang negatif pada teknologi akan membuat perubahan yang negatif pula pada ekosistem.

Uji Hipotesis Parsial

Masih dengan menggunakan data perhitungan pada tabel di atas, selanjutnya akan dilakukan uji t untuk menguji signifikansi pengaruh pendapatan secara parsial terhadap kebutuhan hidup. Dengan kata lain, akan dilakukan pengujian apakah kebutuhan hidup dan kualitas air secara parsial benar-benar bisa digunakan sebagai alat untuk memprediksi pendapatan.

Tabel hasil analisis SPSS 25 for windows pada tabel 3 di atas menunjukkan bahwa nilai thitung variabel kekeringan adalah sebesar 3,128. Sedangkan ttabel pada tingkat signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$) dan derajat kebebasan (dk) = 57 adalah 2,002. Karena thitung (3,128) > ttabel (2,002), maka H_0 ditolak dan H_a diterima, artinya secara parsial terdapat pengaruh kekeringan terhadap ekosistem. Oleh karena itu, terbukti bahwa koefisien regresi adalah signifikan atau dengan kata lain kekeringan secara parsial berpengaruh signifikan terhadap ekosistem

Masih melalui tabel hasil perhitungan SPSS 25 for windows pada tabel 3 di atas menunjukkan bahwa nilai thitung variabel teknologi adalah sebesar 3,050. Sedangkan ttabel pada tingkat signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$) dan derajat kebebasan (dk) = 57 adalah 2,002. Karena thitung (3,102) > ttabel (2,002), maka H_0 ditolak dan H_a diterima, artinya terdapat pengaruh variabel teknologi secara parsial terhadap ekosistem. Oleh karena itu, terbukti bahwa koefisien regresi adalah signifikan atau dengan kata lain teknologi secara parsial berpengaruh signifikan terhadap ekosistem

Masih melalui tabel hasil perhitungan SPSS 25 for windows pada tabel 3 di atas menunjukkan bahwa nilai thitung variabel keanekaragaman hayati adalah sebesar 3,050. Sedangkan ttabel pada tingkat signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$) dan derajat kebebasan (dk) = 57 adalah 2,002. Karena thitung (2,080) > ttabel (2,002), maka H_0 ditolak dan H_a diterima, artinya terdapat pengaruh variabel keanekaragaman hayati secara parsial terhadap ekosistem. Oleh karena itu, terbukti bahwa koefisien regresi adalah signifikan

atau dengan kata lain keanekaragaman hayati secara parsial berpengaruh signifikan terhadap ekosistem.

.Uji Hipotesis Simultan

Selanjutnya akan dilakukan uji F untuk menguji signifikansi pengaruh kebutuhan hidup dan kualitas air secara simultan terhadap pendapatan. Dengan kata lain, akan dilakukan pengujian apakah kebutuhan hidup dan kualitas air secara simultan benar-benar bisa digunakan sebagai alat untuk memprediksi pendapatan.

Tabel Hasil Anova Untuk Uji Pengaruh Simultan

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	10.692	3	3.564	4.256	.001 ^b
	Residual	83.408	6	13.901		
	Total	94.100	9			
a. Dependent Variable: EKS						
b. Predictors: (Constant), KH, Tek, KK						

Sumber : Data primer yang telah diolah.

Tabel hasil perhitungan SPSS 25 for windows pada tabel di atas menunjukkan bahwa nilai Fhitung variabel kekeringan, teknologi dan keanekaragaman hayati adalah sebesar 4,256. Sedangkan Ftabel pada tingkat signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$) dan derajat kebebasan (dk) = 2; 57 adalah 3,159. Karena thitung ($4,256 > Ftabel (3,159)$), maka H_0 ditolak dan H_a diterima, artinya terdapat pengaruh variabel kekeringan, teknologi dan keanekaragaman hayati secara simultan terhadap ekosistem. Oleh karena itu, terbukti bahwa koefisien regresi adalah signifikan atau dengan kata lain kekeringan, teknologi dan keanekaragaman hayati secara simultan berpengaruh signifikan terhadap ekosistem.

Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi (R-square) merupakan koefisien yang digunakan untuk mengetahui besarnya kontribusi variabel independen terhadap perubahan variabel dependen. Hasil perhitungan koefisien determinasi dilakukan dengan menggunakan software SPSS 25 for windows sebagai berikut:

Tabel Koefisien Determinasi

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.337 ^a	.685	.330	3.728

a. Predictors: (Constant), KH, Tek, KK

b. Dependent Variable: EKS

Sumber : Data primer yang telah diolah.

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai koefisien korelasi (R) adalah sebesar 0,337, jadi kedekatan hubungan antar kekeringan, teknologi dan keanekaragaman hayati dengan ekosistem yang dihitung dengan koefisien korelasi adalah 0,337. Hal ini menunjukkan terdapat hubungan yang sangat erat/sangat kuat antara kekeringan, teknologi dan keanekaragaman hayati dengan ekosistem.

Selain koefisien korelasi (R), pada tabel diatas juga dapat dilihat nilai R-square yang dikenal dengan koefisien determinasi (KD). $KD = (0,685) \times 100\% = 68,5\%$

Koefisien determinasi sebesar 68,5% memiliki arti bahwa 68,5% perubahan pada ekosistem bisa dijelaskan atau dipengaruhi oleh kekeringan, teknologi dan keanekaragaman hayati. Sedangkan sisanya yaitu sebesar 31,5% dipengaruhi variabel lain di luar variabel kekeringan, teknologi dan keanekaragaman hayati.

Melalui hasil perkalian nilai koefisien beta (standardized coefficients) dengan zero order correlations yang ada pada tabel hasil analisis regresi, dapat diketahui bahwa kekeringan, teknologi memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap ekosistem dibanding dan keanekaragaman hayati. Besar pengaruh masing-masing variabel independen terhadap ekosistem dapat dihitung sebagai berikut.

1. Besar pengaruh variabel kekeringan terhadap ekosistem adalah $0,551 \times 0,786 = 0,434$ atau 43,4 persen.
2. Besar pengaruh variabel teknologi terhadap ekosistem adalah $0,433 \times 0,655 = 0,285$ atau 28,5 persen.
3. Besar pengaruh variabel keanekaragaman hayati terhadap ekosistem adalah $0,539 \times 0,732 = 0,395$ atau 39,5 persen.

Hasil Pengujian Asumsi Multikolinieritas

Multikolinieritas berarti adanya hubungan yang kuat di antara beberapa atau semua variabel bebas dalam model regresi. Jika terdapat Multikolinieritas maka koefisien regresi menjadi tidak tentu, tingkat kesalahannya menjadi sangat besar dan biasanya ditandai dengan nilai koefisien determinasi yang sangat besar tetapi pada pengujian secara parsial koefisien regresi, tidak ada ataupun kalau ada sangat sedikit sekali koefisien regresi yang signifikan. Pada penelitian ini digunakan nilai variance inflation factors (VIF) sebagai indikator ada tidaknya multikolinieritas diantara variabel independen.

Tabel Hasil Pengujian Asumsi Multikolinieritas
Coefficients^a

Model		Collinearity Statistics	
		Tolerance	VIF
1	(Constant)		
	KK	.992	1.008
	Tek	.994	1.006
	KH	.987	1.013

a. Dependent Variable: EKS

Nilai VIF yang diperoleh seperti terlihat pada tabel 6 diatas menunjukkan tidak adanya korelasi yang cukup kuat antara sesama variabel independen, dimana nilai VIF masing-masing variabel bebas masih lebih kecil dari 10 dan dapat disimpulkan tidak terdapat multikolinieritas diantara ketiga variabel independen.

Karena hasil pengujian ketiga asumsi regresi tidak terdapat pelanggaran, maka kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis regresi masing-masing model dapat dikatakan sudah valid karena sudah memenuhi syarat BLUE (best linear unbiased estimation), sehingga kesimpulan yang diperoleh dari model regresi sudah dapat dianggap menggambarkan keadaan yang sebenarnya.

Kegiatan pertambangan nikel memiliki dampak negatif terhadap aspek sosial dan lingkungan di kawasan sekitarnya. Munculnya aktivitas eksplorasi dan ekstraksi mineral ini dapat memicu konflik kepentingan atas lahan dan sumber daya. Dalam banyak kasus, masyarakat terpaksa mengganti mata pencarian tradisional mereka dan pindah ke daerah lainnya. Selain itu, proses pertambangan nikel juga menyebabkan pencemaran air dan udara, pengurangan luas tutupan hutan, dan penurunan indeks keanekaragaman hayati. Pada gilirannya, degradasi lingkungan berpotensi mengancam kesehatan manusia.

Berdasarkan hasil analisis didapatkan hasil bahwa kekeringan berpengaruh positif dan signifikan terhadap ekosistem di wilayah hulu di kabupaten Halmahera Tengah dengan adanya pertambangan. Nilai koefisien korelasi sebesar 0,551 menunjukkan pengaruh tersebut sangat kuat, sedangkan koefisien kekeringan sebesar 0,551 dan standart error sebesar 0,295. Hipotesis nol diterima karena p. value sebesar 0,005 yang lebih kecil dari tingkat signifikansi 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa ekosistem memiliki hubungan yang positif terhadap kekeringan, hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya kehadiran pertambangan di kabupaten Halmahera Tengah dapat diasumsikan secara teoritis bahwa pengelolaan tambang yang ada di kabupaten Halmahera Tengah dapat berpengaruh langsung terhadap ekosistem di wilayah hulu maupun ke hilir.

Hasil analisis terhadap teknologi terhadap ekosistem di kabupaten Halmahera Tengah sebagai wilayah industri pertambangan menunjukkan hubungan yang signifikan. Koefisien regresi sebesar 0,111 dan standart error sebesar 0,201. Hipotesis nol diterima karena p. value sebesar 0,007 yang lebih kecil dari tingkat signifikansi 0,05. Hasil ini menunjukkan bahwa teknologi yang digunakan berpengaruh secara signifikan terhadap ekosistem, hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan teknologi kurang baik akan dapat mempengaruhi ekosistem di wilayah hulu maupun hilir.

Analisis regresi pengaruh keanekaragaman hayati terhadap ekosistem di kabupaten Halmahera Tengah menunjukkan hubungan yang signifikan. Koefisien regresi sebesar 0,236 dan standart error sebesar 0,448. Hipotesis nol diterima karena p. value sebesar 0,004 yang lebih kecil dari tingkat signifikansi 0,05. Hal ini berarti bahwa keanekaragaman hayati di kabupaten Halmahera Tengah berpengaruh langsung secara signifikan terhadap ekosistem.

Signifikannya pengaruh keanekaragaman hayati terhadap ekosistem di kabupaten Halmahera Tengah sebagai wilayah industri pertambangan yang disebabkan oleh kerusakan ekosistem di wilayah hulu maupun hilir.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan sebagaimana telah diuraikan terdahulu, maka kesimpulan yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

Kekeringan berpengaruh secara signifikan terhadap ekosistem dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,551 menunjukkan pengaruh tersebut sangat kuat, sedangkan koefisien kekeringan sebesar 0,551 dan standart error sebesar 0,295. Hipotesis nol diterima karena p. value sebesar 0,005 yang lebih kecil dari tingkat signifikansi 0,05. Teknologi berpengaruh secara signifikan terhadap ekosistem dengan nilai koefisien regresi sebesar 0,111 dan standart error sebesar 0,201. Hipotesis nol diterima karena p. value sebesar 0,007 yang lebih kecil dari tingkat signifikansi 0,05. Keanekaragaman hayati berpengaruh secara signifikan terhadap ekosistem dengan nilai koefisien regresi sebesar 0,236 dan standart error sebesar 0,448. Hipotesis nol diterima karena p. value sebesar 0,004 yang lebih kecil dari tingkat signifikansi 0,05.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, K.S., and A.G. Karim. (2011). Kehidupan Masyarakat Pulau Gebe Studi Tentang Kondisi Masyarakat Pasca Berakhirnya Kontrak Kerja PT. Aneka Tambang di Kabupaten Halmahera Tengah. Diambil kembali dari <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/de-tail/50850>
- Annur, C. M. (2023). Deretan Negara Penghasil Nikel Terbesar di Dunia pada 2022, Indonesia Nomor Satu! Diambil kembali dari katadata.co.id: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/03/02/deretan-negara-penghasil-nikel-terbesar-di-dunia-pada-2022-indonesia-nomor-satu>
- Bea Cukai Resmikan Kawasan Pabean Baru di Halmahera Tengah. (t.thn.). Diambil kembali dari Direktorat Jenderal Bea dan Cukai: <https://www.beacukai.go.id/berita/bea-cukai-resmikan-kawasan-pabean-baru-di-halmahera-tengah.html>
- Consonni, D. e. (2018). Outdoor particulate matter (PM10) exposure and lung cancer risk in the EAGLE study. PLoS ONE 13(9): e0203539. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203539>
- Entitas Asosiasi dan Entitas Pertambangan Patungan. Laporan Tahunan 2021. (2021). Diambil kembali dari PT ANTAM Tbk.: <https://www.antam.com/uploads/entitas-asosiasi---pertambangan-patungan.pdf>
- Fatah, A. (2021). Dua karyawan PT IWIP terlindas alat berat satu meninggal dunia, ungkapkan penyebabnya. Diambil kembali dari <https://ambon.antaranews.com/berita/105630/dua-karyawan-pt-iwip-terlindas-alat-berat-satu-meninggal-dunia-ungkapkan-penyebabnya>
- Kamila, S. e. (2023). Ecotoxicology of hexavalent chromium in fish: An updated review. Science of The Total Environment, 890:164395. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164395>
- Kwong, Y. e. (2019). Comparison of Environmental Impacts of Deep-sea Tailings Placement Versus On-land Disposal. Water, Air, and Soil Pollution, 230, 287. <https://doi.org/10.1007/s11270-019-4336-1>
- Laila, K. (2022). Mereka yang Melawan dan Tersingkir Lantaran Nikel. Diambil kembali dari BETAHITA: <https://betahita.id/news/de-tail/7992/mereka-yang-melawan-dan-tersingkir-lantaran-nikel.html?v=1664358309>
- Lee, Y. e. (2020). Effects of PM10 on mortality in pure COPD and asthma-COPD overlap: difference in exposure duration, gender, and smoking status. Scientific Reports, 10:2402. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59246-2>
- Nancy, N. (2022). Potential Distortion of Sustainable Development in the Conflict of Interest of Nickel Mining and Indigenous Communities in Halmahera, North

Maluku. Journal of Global Environmental Dynamics, 3(2), 11-20.
<https://jurnal.uns.ac.id/jged/article/download/61384/36332>

Perhatikan Kondisi Karyawan PT IWIP, Ini Harapan Hayun Maneke Ketua SPN Halteng. (2023). Diambil kembali dari Posttimur. com:
<https://www.posttimur.com/2023/05/15/perhatikan-kondisi-karyawan-pt-iwip-ini-harapan-hayun-maneke-ketua-spn-halteng/>

Profil PT. Weda Bay Nickel . (t.thn.). Diambil kembali dari [https://](https://iwip.co.id/pt-weda-bay-nickel/)

iwip.co.id/pt-weda-bay-nickel/ PT Indonesia Weda Bay Nickel. (2018). Analisis Dampak Lingkungan (ANDAL) Rencana Kegiatan Pembangunan Kawasan Industri Indonesia Weda Bay Industrial Park.

Ramirez-Llodra, E. e. (2015). Submarine and deep-sea mine tail- ing placements: A review of current practices, environmental issues, nat- ural analogs and knowledge gaps in Norway and internationally. Ma- rine Pollution Bulletin 97(1- 2), 13-15. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.05.062>

Rini, A. S. (2018). Melihat Kepak Sayap Tsingshan Group. Diambil kembali dari Bisnis Indonesia : [https://koran.bisnis.com/ read/20181105/447/856440/ekspansi-perusahaan-china-meli-hat-kepak-sayap-tsingshan-group](https://koran.bisnis.com/read/20181105/447/856440/ekspansi-perusahaan-china-meli-hat-kepak-sayap-tsingshan-group)

Saturi, S. (2013). Weda Bay Nickel, Berkonflik dengan Masyarakat Adat, Hutan Lindung pun Terancam. Diambil kembali dari Monga- bay: <https://www.mongabay.co.id/2013/06/07/weda-bay-nickel-berkonflik-dengan-masyarakat-adat-hutan-lindung-pun-terancam/>

Sharma, P. e. (2022). Health hazards of hexavalent chromium (Cr (VI)) and its microbial reduction. Bioengineered, 13(3), 492304938. <https://doi.org/10.1080/21655979.2022.2037273>

Shelnutt, S. e. (2007). Dermatological toxicity of hexavalent chromium. Critical Reviews in Toxicology 37(5), 375-387. <https://doi.org/10.1080/10408440701266582>

Suh, M. e. (2019). Hexavalent chromium and stomach cancer: a systematic review and meta-analysis. Critical Reviews in Toxicology 49(2), 140-159. <https://doi.org/10.1080/10408444.2019.1578730>

Tamrin & Aris, M. (2022). Peringatan Pencemaran Logam Berat Berdasarkan Indeks Saprobik Di Perairan Pulau Obi Maluku Utara. Jurnal Ilmiah PLATAX 10(1), 55-60. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/platax/article/download/37329/34799>

Tentang IWIP. (t.thn.). Diambil kembali dari [https://iwip.co.id/ tentang-iwip/](https://iwip.co.id/tentang-iwip/)

Thangavel, P. e. (2022). Recent Insights into Particulate Matter (PM2.5)-Mediated Toxicity in Humans: An Overview. International Jour- nal of Environmental Research Public Health, 19, 7511. <https://doi.org/10.3390/ijerph19127511>



- WALHI, JATAM, & ICEL. (2004). Buyat Bay is polluted and a risk to the community: Highlights of the official joint investigation of Buyat Bay. Diambil kembali dari https://earthworks.org/wp-content/uploads/2021/09/20041110_SummaryTechTeamFindings.pdf
- Wicaksono, R. A. (2021). Aktivitas Tambang Nikel Ancam Da- nau Yonelo, Maluku Utara. Diambil kembali dari BETAHITA: <https://betahita.id/news/detail/6244/aktivitas-tambang-nikel-ancam-da-nau-yonelo-maluku-utara.html.html>
- Wuri. L. e. (2022). Exposure to hexavalent chromium causes infertility by disrupting cytoskeletal machinery and mitochondrial function of the metaphase II oocytes in superovulated rats. *Toxicology Reports* 9, 219-229.