

Pengaruh Kecepatan Angin dan Kelembaban Terhadap Akurasi Hasil Pengukuran Jarak Horizontal dengan Alat *Total Station* GM-55

I Ketut Hendra Wiryasuta¹, Enes Ariyanto Sandi², Deva Varicatussholeha³

^{1,2,3}Program Studi D3 Teknik Sipil, Politeknik Negeri Banyuwangi

Jl. Raya Jember KM 13 Labanasem, Kabat, Banyuwangi, Jawa Timur, 68461

¹E-mail: hendrawiryasuta@poliwangi.ac.id

Abstract — *Total Station merupakan alat ukur dengan tingkat sensitivitas tinggi. Beberapa faktor memengaruhi pengukuran menggunakan Total Station, salah satunya adalah faktor alam. Kecepatan angin dan kelembaban termasuk dalam faktor alam yang dapat menyebabkan kesalahan pengukuran. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menghitung nilai koreksi jarak horizontal akibat pengaruh kecepatan angin dan kelembaban. Metode pengambilan data melibatkan pengukuran langsung di lapangan, yang mencakup pengukuran jarak, kecepatan angin, dan kelembaban udara secara simultan. Pengukuran dilakukan pada 5 patok dengan jarak masing-masing 20 m, 40 m, 60 m, 80 m, dan 100 m dari patok BM. Pengolahan data dilakukan per patok menggunakan regresi linier berganda dengan aplikasi SPSS. Sementara itu, pengolahan data keseluruhan patok menggunakan trendline options linear. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan angin dan kelembaban memiliki pengaruh terhadap jarak horizontal. Nilai koreksi dari kecepatan angin setiap kenaikan 1 m/s terhadap jarak horizontal dapat dihitung menggunakan rumus persamaan $y = 0.00009x - 0.00021$, dengan x sebagai jarak horizontal yang ingin diketahui. Sedangkan untuk nilai koreksi kelembaban setiap kenaikan 1% RH terhadap jarak horizontal dapat dihitung menggunakan rumus persamaan $y = 0.00001x + 0.000012$, dengan x sebagai jarak horizontal yang ingin diketahui.*

Kata-kata kunci: *Total Station; pengaruh; kecepatan angin; kelembaban; jarak horizontal.*

Abstract — *Total Station is a highly sensitive measuring instrument. Several factors influence measurements using Total Station, and one of them is natural factors. Wind speed and humidity are among the natural factors that can lead to measurement errors. Therefore, this research aims to calculate the correction value for horizontal distance due to the influence of wind speed and humidity. The data collection method involves direct field measurements, including distance, wind speed, and air humidity measurements simultaneously. Measurements were conducted at 5 benchmarks with distances of 20m, 40m, 60m, 80m, and 100m from the BM benchmark. Data processing was carried out per benchmark using multiple linear regression with the SPSS application. Meanwhile, overall benchmark data processing used linear trendline options. The research results indicate that wind speed and humidity have an impact on horizontal distance. The correction value for wind speed, with an increase of 1 m/s, on horizontal distance can be calculated using the equation $y = 0.00009x - 0.00021$, where x is the horizontal distance to be determined. As for the correction value for humidity, with an increase of 1% RH, on horizontal distance, it can be calculated using the equation $y = 0.00001x + 0.000012$, where x is the horizontal distance to be determined.*

Keywords: *Total Station, influence; wind speed; humidity; horizontal distance.*

I. PENDAHULUAN

Dalam ilmu ukur tanah, pengukuran memerlukan gabungan keterampilan surveyor dan peralatan ukur tanah yang canggih. Meskipun surveyor telah melakukan pengukuran secara hati-hati, kesalahan tetap mungkin terjadi. Oleh karena itu, surveyor harus memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi berbagai jenis kesalahan, sumber kesalahan, dan cara mengatasi kesalahan tersebut di berbagai kondisi.

Kesalahan dalam pengukuran tanah berasal dari tiga sumber utama, yaitu faktor alam, faktor alat/instrumen, dan faktor surveyor (Wolf, Paul

R, Gilani, Charles D, 2002). Faktor alam melibatkan variasi angin, suhu, kelembaban, tekanan atmosfer, refraksi atmosfer, gravitasi, dan deklinasi magnetik. Faktor alat atau instrumen muncul akibat ketidaksempurnaan peralatan yang digunakan, yang memerlukan kalibrasi untuk memperbaiki kesalahan konstruksi atau penggunaan yang kurang optimal. Kesalahan surveyor dapat timbul akibat keterbatasan indra manusia, seperti penglihatan atau sentuhan. Sebagai contoh, penelitian Aisyah Zahro dan Trihantoro (2017) menunjukkan bahwa nilai koreksi suhu setiap kenaikan 1° C adalah -0.0006 m, sementara nilai koreksi

tekanan udara setiap kenaikan 1mBar adalah 0.0004 m terhadap hasil pengukuran jarak miring. Pengaruh suhu berbanding terbalik dengan jarak miring, dimana semakin rendah suhu semakin besar nilai jarak. Sementara itu, penelitian Sulistyaningrum dan Sunantyo (2015) menunjukkan bahwa pengaruh tekanan udara terhadap jarak miring berbanding lurus, yakni semakin tinggi tekanan semakin besar nilai jarak sebenarnya. Dengan demikian, pengaruh suhu dan tekanan udara berbanding terbalik dengan jarak miring adalah semakin rendah suhu dan semakin tinggi tekanan, semakin besar nilai jarak.

Indonesia memiliki iklim tropis karena terletak di garis khatulistiwa, mengakibatkan suhu yang relatif tinggi sepanjang tahun (Munawir, 2005). Kecepatan angin di wilayah Indonesia, termasuk di Banyuwangi, cenderung sedang. Rata-rata kecepatan angin di Banyuwangi berkisar antara 6,0 – 8,1 kilometer per jam pada ketinggian 10 meter di atas permukaan tanah, dengan tingkat kelembaban yang relatif stabil dalam rentang 2% hingga 98% (BMKG, 2022). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk memahami bagaimana variasi kecepatan angin dan kelembaban dapat memengaruhi hasil pengukuran jarak horizontal.

Penelitian ini menggunakan alat pengukur Total Station. Alat Ukur Total Station, khususnya model TOPCON GM-55, didesain untuk beroperasi pada rentang suhu dan tekanan udara tertentu, yaitu $-4\text{ }^{\circ}\text{F}$ hingga $140\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $60\text{ }^{\circ}\text{C}$). Alat ini sangat sensitif terhadap gerakan di sekitarnya, sehingga energi yang dihasilkan oleh kecepatan angin dapat memengaruhi hasil pengukuran. Kelembaban udara juga dapat mempengaruhi hasil pengukuran; suhu rendah di sekitar Total Station dapat menyebabkan pengembunan pada lensa, menyulitkan fokus pada objek yang akan diukur dan meningkatkan risiko kesalahan pengukuran. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh kecepatan angin dan kelembaban terhadap akurasi pengukuran jarak horizontal menggunakan Total Station GM-55.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kecepatan angin

Kecepatan angin adalah parameter yang mengukur seberapa cepat udara bergerak dari tekanan tinggi ke tekanan rendah. Pengukuran kecepatan angin dapat dilakukan dengan menggunakan alat seperti anemometer atau diklasifikasikan menggunakan Skala Beaufort. Skala Beaufort didasarkan pada pengamatan dampak spesifik dari kecepatan angin tertentu (BMKG, 2022).

2.2. Kelembaban udara

Kelembaban udara merujuk pada tingkat kandungan uap air dalam atmosfer. Udara yang hangat cenderung memiliki kandungan uap air yang lebih tinggi dibandingkan dengan udara yang dingin. Ketika udara yang kaya akan uap air didinginkan, suhunya turun, dan udara tidak mampu mempertahankan kadar uap air sebanyak itu. Akibatnya, uap air berubah menjadi titik-titik air, dan udara yang mengandung uap air sebanyak yang dapat diakomodasi disebut udara jenuh.

2.3. Total Station

Dalam penelitian ini, tiga alat utama digunakan, yakni Total Station Topcon GM-55 dengan tingkat keakuratan sebesar 5 detik untuk mengukur jarak horizontal, anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan angin, dan higrometer digunakan untuk mengukur kelembaban udara. Alat-alat ini memainkan peran kunci dalam proses pengumpulan data yang diperlukan untuk penelitian ini.

2.4. Kolimasi

Kesalahan kolimasi adalah kesalahan garis bidik yang disebabkan oleh garis bidik yang tidak tegak lurus sumbu II (Basuki, 2011). Kesalahan ini dapat diukur sebagai selisih antara bacaan biasa dan bacaan luar biasa yang tidak sama dengan 180° untuk sudut horizontal dan 360° untuk sudut vertikal. Kolimasi merupakan pengecekan alat Total Station yang sudah melewati masa kalibrasi dengan mengecek sudut horizontal, sudut vertikal, jarak mendatar, *optical plummet*, dan nivo.

Cek sudut horizontal adalah verifikasi sudut horizontal pada Total Station yang telah melewati masa kalibrasi. Pengecekan ini

melibatkan perbandingan antara sudut biasa dan luar biasa, dimana sudut seharusnya mencapai 180° . Penting untuk dicatat bahwa α (alpha) tidak boleh melebihi dua kali akurasi alat.

$$\alpha = (H_b + H_{lb}) - 180 \leq 2 \times \text{akurasi alat} \quad (1)$$

Di mana:

H_b = Sudut biasa horizontal;

H_{lb} = Sudut luar biasa horizontal;

α = Kesalahan sudut horizontal.

Cek sudut vertikal merupakan pengecekan sudut vertikal pada Total Station yang telah melewati masa kalibrasi. Pengecekan sudut vertikal ini melibatkan penjumlahan antara sudut biasa dan luar biasa, di mana sudut seharusnya mencapai 360° . Penting untuk dicatat bahwa β (beta) tidak boleh melebihi dua kali akurasi alat. Perhitungan cek sudut vertikal dapat menggunakan rumus persamaan sebagai berikut:

$$\beta = (V_b + V_{lb}) - 360 \leq 2 \times \text{akurasi alat} \quad (2)$$

Di mana:

V_b = Sudut biasa vertical;

V_{lb} = Sudut luar biasa vertical;

β = Kesalahan sudut vertical;

Cek jarak mendatar adalah verifikasi jarak mendatar (HD) pada Total Station yang telah melewati masa kalibrasi. Cara mengecek jarak mendatar yang telah melewati masa kalibrasi adalah dengan mengukur satu titik objek menggunakan alat bantu meteran dan membandingkannya dengan pengukuran jarak menggunakan Total Station. Jika selisih antara pengukuran menggunakan meteran dan Total Station tidak signifikan, maka Total Station masih dapat dianggap dapat digunakan.

Cek *optical plummet* adalah pengecekan centering optis pada Total Station yang telah melewati masa kalibrasi. Caranya adalah dengan menempatkan *centering optis* di atas titik dan memutar Total Station 360° . Jika *centering optis* tidak mengalami perubahan atau tetap pada titik tersebut, maka dapat dianggap bahwa *centering optis* masih baik dan alat Total Station dapat digunakan.

Cek nivo adalah pengecekan nivo tabung pada Total Station. Cara mengecek nivo tabung ini adalah dengan menempatkan gelembung nivo di

tengah-tengah titik dan memutar Total Station 360° . Jika gelembung nivo tidak mengalami perubahan setelah diputar, maka dapat dianggap bahwa nivo tabung masih baik dan Total Station masih dapat digunakan.

2.5. Pengukuran Jarak

Pengukuran jarak merupakan dasar dalam pemetaan. Walaupun sudut-sudut dapat dibaca dengan seksama menggunakan peralatan yang canggih, setidaknya harus ada suatu garis yang diukur panjangnya untuk melengkapi sudut-sudut dalam penentuan lokasi titik-titik. Secara umum, jarak dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu:

- Jarak horizontal/horizontal distance (HD) yaitu panjang garis antara dua titik (AB) yang terletak bidang datar proyeksi
- Jarak miring/slope distance (SD) yaitu panjang garis antara dua titik (AB) yang terletak tidak pada bidang datar

Dalam pengukuran tanah, jarak datar antara dua titik mengacu pada jarak horizontal. Jika kedua titik memiliki elevasi yang berbeda, jaraknya adalah panjang garis horizontal antara garis unting-unting di kedua titik tersebut. Pengukuran jarak dalam pemetaan dapat dilakukan dengan tiga metode:

- a. Pengukuran jarak dengan pita ukur (secara langsung)
- b. Pengukuran jarak secara optis (secara tidak langsung)
- c. Pengukuran jarak dengan cara Elektronik (secara langsung)

2.6. Benchmark (BM)

Benchmark atau titik ikat adalah titik yang telah memiliki koordinat tetap dan direpresentasikan dalam bentuk monumen atau patok di lapangan. Benchmark merupakan titik kontrol geodetik yang menjadi acuan dalam melakukan pengukuran atau survei topografi. Menurut Basuki (2011), pemilihan lokasi benchmark untuk monumetasi harus memenuhi beberapa kriteria, antara lain: mudah dicari, aman dari gangguan orang dan lalu lintas, memiliki kapabilitas tinggi untuk pengukuran detail, dan terletak pada kondisi tanah yang stabil. Mudah dijangkau dan dapat didirikan alat ukur di atasnya. Dengan memperhatikan kriteria-kriteria

tersebut, pemilihan lokasi benchmark yang tepat akan memberikan dasar yang baik untuk pengukuran dan survei topografi yang akurat.

2.7. Anemometer

Alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin salah satunya adalah anemometer. Anemometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur arah dan kecepatan angin. Satuan meteorologi untuk kecepatan angin biasanya menggunakan knot (Skala Beaufort). Dalam anemometer terdapat alat pencacah yang menghitung kecepatan angin. Satuan yang digunakan dalam anemometer mengacu pada arah angin dan menggunakan satuan meteorologi yang dinyatakan dalam derajat ($0^\circ - 360^\circ$) dari arah mata angin.

2.8. Higrometer

Higrometer adalah alat pengukur kelembaban relatif berdasarkan lokasi pengukurannya. Fungsinya adalah memberikan informasi tentang kelembaban atmosfer dan menyajikan persentase dari kelembaban yang terdapat di udara. Higrometer digunakan dalam berbagai konteks, termasuk untuk keperluan penelitian dan pengukuran kelembaban di suatu area. Alat ini biasanya dilengkapi dengan dua skala, satu untuk menunjukkan kelembaban dan satunya lagi untuk menunjukkan temperatur.

2.9. Regresi Linear Berganda

Regresi Linear Berganda adalah model regresi linear yang melibatkan lebih dari satu variabel bebas atau prediktor. Model ini merupakan persamaan matematis yang menjelaskan hubungan antara satu variabel tak bebas atau respons (y) dengan dua atau lebih variabel bebas atau prediktor (x_1, x_2, \dots, x_n). Tujuan dari uji regresi linear berganda adalah untuk memprediksi nilai variabel tak bebas atau respons (y) ketika nilai-nilai variabel bebas atau prediktor (x_1, x_2, \dots, x_n) diketahui. Selain itu, uji ini juga bertujuan untuk menentukan arah hubungan antara variabel tak bebas dan variabel bebasnya (Yuliara, 2016).

Persamaan regresi linear berganda secara matematis diekspresikan sebagai berikut:

$$y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (3)$$

dimana:

y = variabel tak bebas;

a = konstanta;

b_1, b_2, \dots, b_n = nilai koefisien regresi;

X_1, X_2, \dots, X_n = variabel bebas.

Jumlah nilai variabel y dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\sum Y = an + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_2 + \dots + b_n \sum X_{n1} + \quad (4)$$

Di mana

$\sum Y$ = Jumlah variabel y ;

$\sum X$ = Jumlah variabel x ;

n = banyaknya data.

Koefisien Korelasi berganda (R) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$R = \frac{b_1 \sum X_1Y + b_2 \sum X_2Y + \dots + b_n \sum X_nY}{\sum Y} \quad (5)$$

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini melibatkan beberapa tahap metodologi, dimulai dengan:

- (i) Studi literatur untuk mengeksplorasi topik-topik yang terkait dengan judul penelitian.
- (ii) Tahap survei lokasi, yang dilakukan untuk mengidentifikasi dan memahami lokasi yang akan digunakan dalam penelitian.
- (iii) Kolimasi alat Total Station setelah alat tersebut melewati masa kalibrasi. Proses kolimasi mencakup lima tahap, yaitu cek sudut horizontal, cek sudut vertikal, cek jarak horizontal, cek *optical plummet*, dan cek nivo. Setiap tahap kolimasi diuji lima kali pada satu titik.
- (iv) Pengukuran detail situasi, yang dilakukan untuk memperoleh informasi detail tentang keadaan fisik lapangan, termasuk posisi horizontal (koordinat (x, y)) dan posisi ketinggian/elevasi (z) pada area penelitian.
- (v) Tahap pengukuran stake out yang bertujuan memindahkan titik-titik koordinat (x, y, z) dari peta rencana ke lokasi lapangan yang sesungguhnya.
- (vi) Pengumpulan data primer dilakukan pada lima patok pengukuran dengan jarak ± 20 ; ± 40 ; ± 60 ; ± 80 ; ± 100 . Setiap patok memiliki

60 data yang mencakup kecepatan angin, kelembaban, dan jarak horizontal.

- (vii) Pengolahan data melibatkan dua metode, yaitu pengolahan data per patok menggunakan aplikasi SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), dan pengolahan data keseluruhan patok menggunakan trendline options linear.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Cek kolimasi

Pada proses cek kolimasi, sangat penting untuk memastikan bahwa hasil dari cek sudut horizontal dan sudut vertikal tidak melebihi dua kali akurasi alat. Untuk Total Station Topcon GM-55 yang memiliki akurasi 5 detik, batasan ini setara dengan 10 detik.

Dengan demikian, hasil cek sudut horizontal dan sudut vertikal yang tidak melebihi 10 detik menunjukkan bahwa alat ini masih dapat dianggap akurat dalam konteks pengukuran. Dengan mematuhi batasan ini, dapat dipastikan bahwa hasil pengukuran yang diperoleh dari alat Total Station GM-55 dapat diandalkan dan tepat.

a. Cek sudut horizontal

Hasil cek sudut horizontal ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil cek sudut horizontal

Titik	Pembacaan Sudut Horizontal		Selisih Sudut Horizontal
	Sudut Biasa (H_B)	Sudut Luarbiasa (H_{LB})	
BS	00°00'00"	180°00'03"	00°00'00"
BS	00°00'01"	180°00'02"	00°00'01"
BS	00°00'00"	180°00'02"	00°00'00"
BS	00°00'03"	180°00'00"	00°00'03"
BS	00°00'02"	180°00'03"	00°00'02"
	Rata-Rata		00°00'03,20"

b. Cek Jarak Mendatar (*Horizontal Distance*)

Hasil cek sudut jarak mendatar ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil cek kolimasi jarak mendatar

Titik	Jarak Mendatar (HD)		Selisih (mm)
	Total Station (m)	Roll Meter (m)	
BS	7,697	7,700	3
BS	7,695	7,700	5
BS	7,699	7,700	1
BS	7,698	7,700	2
BS	7,697	7,700	3
	Rata-rata		2.8

Dari tabel yang disajikan, terlihat bahwa rata-rata selisih hasil cek kolimasi sebesar 2.8 mm. Meskipun terdapat perbedaan, nilai selisih ini dapat dianggap tidak terlalu signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa alat ini masih dapat dianggap akurat dalam pengukuran, mengingat adanya selisih yang relatif kecil. Dengan demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa alat Total Station GM-55 dapat memberikan tingkat akurasi yang memadai dalam proses cek kolimasi.

c. Cek *optical plummet*

Proses pengecekan *optical plummet* dilakukan dengan meletakkan centering optis di atas titik dan memutar alat Total Station sebanyak 360°. Jika *centering optis* tidak mengalami perubahan setelah diputar, hal ini menunjukkan bahwa centering optis masih dalam kondisi baik, dan Total Station Topcon GM-55 dapat digunakan. Hasil ini mengindikasikan bahwa alat tersebut memiliki stabilitas yang memadai selama proses pemutaran dan dapat memberikan keandalan dalam pengukuran.

d. Cek nivo

Nivo yang digunakan pada Total Station Topcon GM-55 memiliki dua jenis, yaitu nivo bulat atau *circular level* dan nivo digital atau tilt sensor. Nivo bulat adalah nivo yang digunakan sebagai pedoman penyetelan pesawat agar garis bidiknya sejajar dengan garis arah nivo. Nivo digital menggunakan sumbu x dan sumbu y . Proses pemeriksaan nivo pada alat ini dilakukan dengan menempatkan gelembung nivo di tengah-tengah, dan selanjutnya, sumbu x dan y pada nivo digital tidak boleh melebihi 5 detik. Kemudian, alat diputar sebanyak 360° dengan syarat bahwa nivo tidak mengalami perubahan setelah diputar. Jika nivo tidak mengalami perubahan setelah diputar, dapat disimpulkan bahwa alat ini masih mempertahankan tingkat akurasi yang memadai. Hasil pengukuran cek kolimasi menunjukkan bahwa nivo tidak mengalami perubahan setelah diputar, mengindikasikan keakuratan yang tetap terjaga pada alat ini.

4.2 Pengukuran detail situasi

Hasil pengukuran detail situasi yang mencakup 11 titik merupakan representasi yang cukup baik untuk menggambarkan situasi lapangan. Setelah

mendapatkan data tersebut, langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan data menggunakan Microsoft Excel. Data yang telah diolah kemudian dapat diekspor dan dibaca pada aplikasi AutoCAD.

4.3 Pengukuran *stake out*

Dalam pengukuran ini, digunakan lima patok dengan jarak yang bervariasi. Patok 1 memiliki jarak ±20 m, Patok 2 dengan jarak ±40 m, Patok 3 dengan jarak ±60 m, Patok 4 dengan jarak ±80 m, dan Patok 5 dengan jarak ±100 m. Setiap patok mewakili titik pengukuran yang strategis pada jarak tertentu, memberikan kerangka data yang luas untuk mengevaluasi performa alat dan faktor-faktor lingkungan yang mungkin memengaruhi hasil pengukuran.

4.4 Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan menggunakan aplikasi SPSS dengan menerapkan persamaan regresi linear berganda. Proses ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara dua atau lebih variabel independen terhadap variabel dependen. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah jarak horizontal.

Berikut ditampilkan data hasil pengolahan SPSS untuk kelima titik patok.

a. Patok 1: Jarak 20 m

Tabel 3. Pengolahan data dengan SPSS Patok 1

Model	Koefesien			t	Sig
	Koefesien Tak Standar	Koefesien Standar			
	B	Standar Error	Beta		
Konstanta	20.072	.009		2239.769	.000
Kecepatan angin (X_1)	0.001309	.000	.444	3.768	.000
Kelembaban (X_2)	0.000120	.000	.111	.941	.351

Jarak horizontal tanpa dipengaruhi oleh kedua variabel memiliki nilai dasar sebesar 20.072 m. Untuk setiap kenaikan 1 m/s dalam kecepatan angin, terdapat nilai koreksi sebesar 0.001309, dan setiap kenaikan 1% dalam kelembaban menghasilkan nilai koreksi sebesar 0.000120 terhadap jarak horizontal.

b. Patok 2: Jarak 40 m

Tabel 4. Pengolahan SPSS Patok 2

Model	Koefesien			t	Sig
	Koefesien Tak Standar	Koefesien Standar			
	B	Standar Error	Beta		
Konstanta	39.970	.003		13743.983	.000
Kecepatan angin (X_1)	0.002530	.000	.549	5.220	.000
Kelembaban (X_2)	0.000183	.000	.472	4.484	.000

Jarak horizontal tanpa dipengaruhi oleh kedua variabel memiliki nilai dasar sebesar 39.970 m. Untuk setiap kenaikan 1 m/s dalam kecepatan angin, terdapat nilai koreksi sebesar 0.002539, dan setiap kenaikan 1% dalam kelembaban menghasilkan nilai koreksi sebesar 0.000183 terhadap jarak horizontal.

c. Patok 3: Jarak 60 m

Tabel 5. Pengolahan SPSS Patok 3

Model	Koefesien			t	Sig
	Koefesien Tak Standar	Koefesien Standar			
	B	Standar Error	Beta		
Konstanta	59.942	.011		5579.634	.000
Kecepatan angin (X_1)	0.005630	.002	.406	3.150	.003
Kelembaban (X_2)	0.000462	.000	.484	3.761	.000

Jarak horizontal tanpa dipengaruhi oleh kedua variabel memiliki nilai dasar sebesar 59.942 m. Untuk setiap kenaikan 1 m/s dalam kecepatan angin, terdapat nilai koreksi sebesar 0.005630, dan setiap kenaikan 1% dalam kelembaban menghasilkan nilai koreksi sebesar 0.000462 terhadap jarak horizontal.

d. Patok 4: Jarak 80 m

Tabel 6. Pengolahan data dengan SPSS Patok 4

Model	Koefesien			t	Sig
	Koefesien Tak Standar	Koefesien Standar			
	B	Standar Error	Beta		
Konstanta	79.948	.008		10357.338	.000
Kecepatan angin (X_1)	0.006938	.001	.612	6.377	.000
Kelembaban (X_2)	0.000511	.000	.391	4.077	.000

Jarak horizontal tanpa dipengaruhi oleh kedua variabel memiliki nilai dasar sebesar 79.948 m. Untuk setiap kenaikan 1 m/s dalam kecepatan angin, terdapat nilai koreksi sebesar 0.006938, dan setiap kenaikan 1% dalam kelembaban

menghasilkan nilai koreksi sebesar 0.000511 terhadap jarak horizontal.

e. Patok 5: Jarak 100 m

Tabel 7. Pengolahan data dengan SPSS Patok 5

Model	Koefesien			t	Sig
	Koefesien Tak Standar	Koefesien Standar	Beta		
Konstanta	99.954	.004		24719.833	.000
Kecepatan angin (X_1)	0.007944	.000	.943	19.192	.000
Kelembaban (X_2)	0.000549	.000	.514	10.467	.000

Jarak horizontal tanpa dipengaruhi oleh kedua variabel memiliki nilai dasar sebesar 99.954 m. Untuk setiap kenaikan 1 m/s dalam kecepatan angin, terdapat nilai koreksi sebesar 0.007944, dan setiap kenaikan 1% dalam kelembaban menghasilkan nilai koreksi sebesar 0.000549 terhadap jarak horizontal.

Persamaan Regresi

Dari hasil analisis Tabel 3 sampai dengan Tabel 7 diperoleh persamaan regresi sebagai berikut.

1. Patok 1: $y = 20.072 + 0.001309X_1 + 0.000120X_2 + e$
2. Patok 2: $y = 39.970 + 0.002530X_1 + 0.000183X_2 + e$
3. Patok 3: $y = 59.942 + 0.005630X_1 + 0.000462X_2 + e$
4. Patok 4: $y = 79.948 + 0.006938X_1 + 0.000511X_2 + e$
5. Patok 5: $y = 99.954 + 0.007944X_1 + 0.000549X_2 + e$

Grafik yang ditampilkan merupakan grafik kenaikan pengaruh kecepatan angin dan kelembaban terhadap hasil pengukuran Jarak Horizontal terhadap 5 patok yang telah diteliti oleh peneliti. Pada grafik pengolahan data ini ada 2 grafik yang dikeluarkan dengan Trendline Options yang berbeda-beda. Fungsi dari Trendline. Options untuk mengetahui nilai R kuadrat dari grafik, dimana nilai R kuadrat tersebut digunakan untuk mengetahui seberapa kuat hubungan antara variabel x terhadap variabel y dengan ketentuan nilai R kuadrat yang semakin mendekati angka 1 maka menunjukkan hubungan antara variabel x dan y semakin kuat. Data yang diolah menggunakan opsi *trendline* menghasilkan grafik linear dengan nilai R^2 mendekati 1.

Trendline options pada pengolahan data ini ada 2 yaitu, linear dan polynomial. Grafik pengaruh kecepatan angin dan kelembaban terhadap pengukuran jarak horizontal dengan menggunakan trendline options Linear dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Grafik linier kecepatan angin



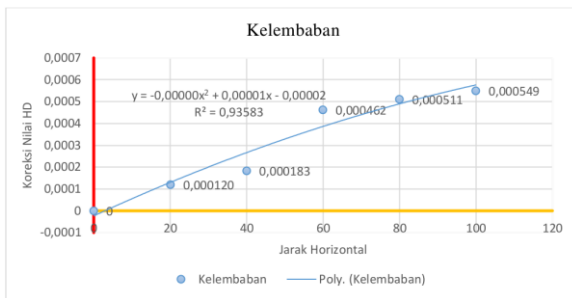
Gambar 2. Grafik linier kelembaban

Pada grafik trendline options Linear dapat diketahui bahwasanya nilai R^2 untuk kecepatan angin sebesar $R^2 = 0,97502$ dan Nilai R^2 untuk kelembaban sebesar $R^2 = 0,93618$.

Grafik pengaruh kecepatan angin dan kelembaban terhadap pengukuran jarak horizontal dengan menggunakan trendline options Polynomial dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Grafik polinomial kecepatan angin



Gambar 4. Grafik polinomial kelembaban

Pada grafik trendline options Polynomial dapat diketahui bahwasanya nilai R^2 untuk kecepatan angin sebesar $R^2 = 0,97500$ dan nilai R^2 untuk kelembaban sebesar $R^2 = 0,93583$. Dari ke dua jenis grafik trendline option R^2 yang mendekati nilai 1 yaitu grafik dari trendline options Linear, maka dari itu grafik yang digunakan sebagai acuan yaitu grafik dengan trendline options Linear.

Grafik linear untuk kecepatan angin, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 memiliki persamaan garis trennya untuk setiap kenaikan 1m/s adalah $y = 0.00009x - 0.00021$, dimana x merupakan jarak horizontal yang ingin diketahui nilai koreksi dari kecepatan angin. Grafik pada Gambar 1 merupakan nilai koreksi kenaikan kecepatan angin setiap patok terhadap hasil pengukuran jarak horizontal. Hasil grafik dari pengolahan data dihasilkan nilai koreksi dari kecepatan angin setiap kenaikan 1 m/s terhadap jarak horizontal pada jarak 20 m sebesar 0,001309 m, pada jarak 40 m sebesar 0,002530 m, pada jarak 60 m sebesar 0,005630 m, pada jarak 80 m sebesar 0,006938 m, dan pada jarak 100 m sebesar 0,007944 m.

Grafik untuk kelembaban, seperti yang terlihat pada Gambar 2 memiliki persamaan garis trennya untuk setiap 1% kelembaban adalah $y = 0.00001x - 0.00000$, di mana x merupakan jarak horizontal yang ingin diketahui nilai koreksi dari kelembaban. Dengan nilai-nilai R^2 yang tinggi, grafik ini mencerminkan hubungan linear yang kuat antara variabel-variabel tersebut, memperkuat keandalan hasil analisis. Grafik pada Gambar 2 merupakan nilai koreksi kenaikan kelembaban setiap 1 patok terhadap hasil pengukuran jarak horizontal terhadap 5 patok. Hasil grafik dari pengolahan data dihasilkan nilai koreksi dari kelembaban angin setiap kenaikan 1% kelembaban terhadap jarak horizontal pada jarak 20 m sebesar 0,000120 m

RH, pada jarak 40 sebesar 0,000183 m, pada jarak 60 m sebesar 0,000462 m, pada jarak 80 m sebesar 0,000511 m, dan pada jarak 100 m sebesar 0,000549 m.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa kecepatan angin dan kelembaban memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pengukuran jarak mendatar. Pengaruh tersebut tampaknya lebih mencolok ketika jarak yang diukur semakin jauh. Nilai koreksi dari kecepatan angin untuk setiap kenaikan 1 m/s terhadap jarak horizontal dihitung dengan menggunakan rumus persamaan $y = 0.00009x - 0.00021$. Sementara itu, nilai koreksi kelembaban untuk setiap kenaikan 1% RH terhadap jarak horizontal dihitung dengan menggunakan rumus persamaan $y = 0.00001x + 0.0000012$, di mana x merupakan jarak horizontal yang ingin diketahui. Semakin besar jarak yang diukur, semakin besar pula nilai koreksi yang dapat diamati, menunjukkan pentingnya mempertimbangkan kecepatan angin dan kelembaban dalam pengukuran jarak mendatar untuk memastikan akurasi yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, S. (2011). *Ilmu ukur tanah* (Edisi Revisi). Yogyakarta: *Gadjah Mada University Press*.
 bmg.go.id. (2022) Prakiraan Cuaca Kabupaten Banyuwangi. Diakses pada 23 April 2023, dari <https://www.bmg.go.id/cuaca/prakiraan-cuaca.bmg?Kota=Banyuwangi&AreaID=501273&Prov=12>
- Charles. D. Ghilani, Paul. R. Wolf. (2012). *Elementary Surveying an introduction to geomatics 13th edition*. New Jersey: Person Edition
- Kuncara, D. A., Muhamadi, M., & Anjasmara, I. M. (2007). Pengaruh refraksi akibat perubahan temperatur dan tekanan udara terhadap ketelitian hasil koordinat. *Journal of Geodesy and Geomatics*, 2(2), 157-163.
- maritim.bkm.go.id. (2022). Kecepatan angin. Diakses pada 23 April 2023, dari <https://www.bmg.go.id/cuaca/prakiraan-cuaca.bmg?Kota=Banyuwangi&AreaID=501273&Prov=12>
- Sulistyaningrum, N. D., & Sunantyo, A. (2015). *Pengaruh suhu dan tekanan udara terhadap ketelitian jarak miring hasil pengukuran total station robotik*. [Skripsi, Teknik Geodesi Universitas Gadjah Mada]. Universitas Gadjah Mada Repository. <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/89959>
- Yuliara, I. M. (2016). *Regresi linier berganda*. Jurusan Fisika Universitas Udayana.
- Zahro, A., & Trihantoro, A. (2017). *Analisis pengaruh*

temperatur dan tekanan udara terhadap hasil pengukuran jarak miring menggunakan Total Station Leica TM30. [Tugas Akhir, Universitas Gadjah Mada]. Universitas Gadjah Mada Repository.

<http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/114556>