



PENGUKURAN TEKANAN UDARA, SUHU, DAN KELEMBAPAN ATMOSFER VERTIKAL MENGGUNAKAN RAWINSONDA PADA FREKUENSI 433 MHZ

**Yusuf Sholachuddin, Thomas Agung Setyawan*, Abu Hasan, Eni Dwi Wardihani,
Eko Supriyanto, Budi Basuki Subagio, Helmy**

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. H. Soedarto, SH Tembalang Semarang 50275

*E-mail: thomas@polines.ac.id

Abstrak

Sistem Telemetri Radiosonde adalah sistem monitoring radiosonde dalam mengukur parameter atmosfer berbasis 3DR Radio Telemetry. Sistem ini berfokus pada prediksi jarak transmisi terjauh yang masih dapat dijangkau oleh sistem berdasarkan nilai RSSI. Pengambilan data dilakukan secara mobile dan fixed untuk kemudian dimonitoring melalui Graphic User Interface. Pengujian secara mobile dilakukan dengan membawa radiosonde menjauh dari Antenna Receiver dengan kecepatan tertentu. Sedangkan pengujian secara fixed dilakukan dengan mengambil jarak sampel tertentu untuk kemudian diambil rata – rata RSSI dari jarak sampel tersebut. Hasil pengujian didapatkan bahwa rata – rata nilai RSSI mobile adalah -39,11 dBm pada jarak 194 meter dan -73,465 dBm pada jarak 869 meter. Kemudian rata – rata nilai RSSI fixed adalah -72,751 dBm pada jarak 869 meter, -74,466 dBm pada jarak 2970 meter, dan -74,87 dBm pada jarak 4260 meter. Sedangkan untuk prediksi jarak terjauh berdasarkan nilai RSSI dan regresi linier secara mobile adalah 322,578 meter pada pengujian 194 meter dan 1.471,535 pada pengujian 869 meter. Kemudian pada pengujian secara fixed, prediksi jarak terjauh adalah 8.042,105 meter pada pengujian hingga jarak 4,26 Km. Pengujian vertikal dilakukan dengan menerbangkan radiosonde menggunakan layang – layang dengan ketinggian hingga 60 meter. Sedangkan pengujian horizontal dilakukan dengan membawa radiosonde secara mendarat dengan jarak hingga 59 meter dari Antenna Receiver. Pengujian secara vertikal didapatkan rata – rata nilai RSSI 182,75 dengan prediksi jarak terjauh 850,296 meter. Sedangkan pengujian secara horizontal didapatkan rata – rata nilai RSSI 157,203 dengan prediksi jarak terjauh 147,446 meter.

Kata Kunci: *Radiosonde, 3DR Radio Telemetry, RSSI*

PENDAHULUAN

Teknologi pengamatan atmosfer khususnya untuk pengamatan profil vertikal di Indonesia masih tergolong minim, sementara itu aktifitas atmosfer di daerah Indonesia sangat dinamis, sulit dipahami dan sulit untuk diprediksi. Saat ini teknologi pengamatan profil vertikal atmosfer masih mengandalkan produk dari luar negeri, sehingga perlu penguasaan teknologi pengamatan atmosfer secara mandiri.

Lapisan atmosfer terdiri dari 5 lapisan yakni Troposfer (ketinggian 6-10 km), Stratosfer (ketinggian 20-50 km), Mesosfer (ketinggian 50-85 km), Termosfer (ketinggian 85-690 km), dan Eksosfer (ketinggian lebih dari 690 km). Lapisan atmosfer yang paling berpengaruh terhadap kondisi cuaca di permukaan bumi adalah Troposfer hingga Tropopause.

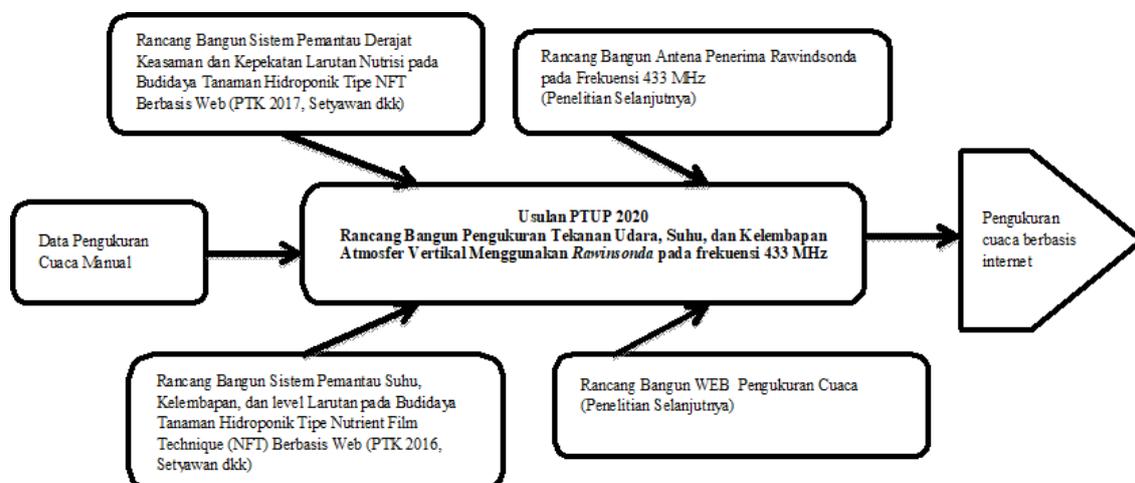
Tropopause (ketinggian 10-20 km) adalah lapisan batas antara Troposfer dan Stratosfer. Lapisan Tropopause ditandai dengan adanya kondisi inversi temperature seiring dengan naiknya ketinggian. Keunikan dari lapisan Tropopause tersebut dapat diamati dengan menggunakan Teknologi Rawinsonda.

Rawinsonda (Radio-Wind Sonda) merupakan alat yang diterbangkan dengan wahana balon atmosfer yang dapat mengukur parameter-parameter atmosfer vertikal dan mengirimkan datanya melalui radio kepada sistem penerima di permukaan. Pada umumnya, rawinsonda mengukur parameter profil vertikal atmosfer seperti profil tekanan udara, temperatur, kelembapan, serta mengukur profil angin horizontal menggunakan penerima GPS.

METODE PENELITIAN

2.1 Bagan Penelitian

Diagram tulang ikan penelitian terlihat pada gambar 1. Penelitian yang dilakukan merupakan bagian dari sistem pengukuran cuaca berbasis internet yang didukung oleh beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya. Tujuan Pengukuran cuaca berbasis internet adalah sebagai data bagi petani atau BMKG.



Gambar 1. Diagram tulang ikan peta jalan penelitian

2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian selama 6 (enam bulan) dimulai dari bulan Mei 2020 sampai Oktober 2020. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Semarang.

2.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini menggunakan metode waterfall dengan uraian sebagai berikut:

a. Perencanaan (Planning)

Pada fase ini dilakukan inisiasi awal kegiatan seperti survei lapangan dan identifikasi awal kebutuhan.

b. Analisis (Analysis)

Mengumpulkan kebutuhan secara lengkap kemudian dianalisis dan didefinisikan kebutuhan yang harus dipenuhi. Fase ini harus dikerjakan secara lengkap untuk bisa menghasilkan desain yang lengkap.

c. Perancangan (Design)

Desain dikerjakan setelah kebutuhan selesai dikumpulkan secara lengkap. Pada tahap perancangan ini, dilakukan perancangan sistem dan perancangan arsitektur.

d. Pembangunan (Development)

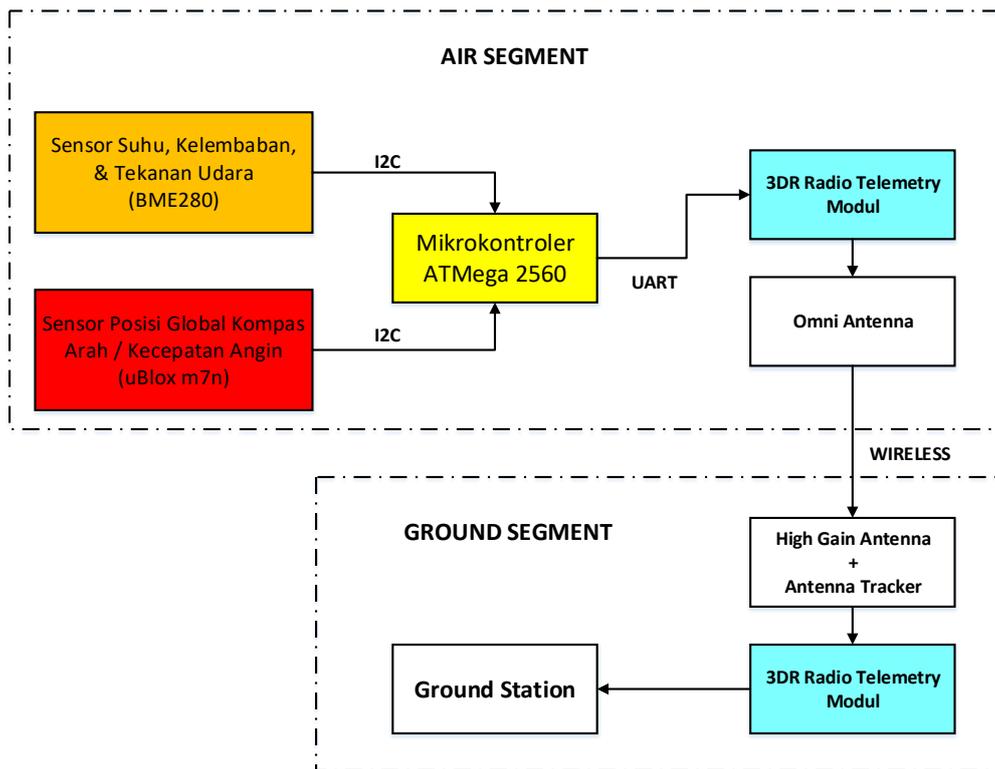
Pada fase ini desain program diterjemahkan ke dalam kode-kode dengan menggunakan bahasa pemrograman yang sudah ditentukan.

e. Implementasi (Implementation)

Pada tahap implementasi ini, penyatuan unit-unit program kemudian diuji secara keseluruhan (system testing).

2.4 Desain Penelitian

Pada tahap perencanaan sistem ini dilakukan kegiatan perencanaan dari sistem yang akan dibuat. Tahap ini meliputi persiapan alat dan bahan serta pembuatan desain sistem yang akan dibuat. Gambar 2 menunjukkan rancangan Sistem Telemetry Radiosonde.



Gambar 2. Perencanaan Sistem Telemetry Radiosonde

Prinsip dasar monitoring pada sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Radiosonde berfungsi untuk mengambil data parameter vertical atmosfer berupa suhu, kelembaban, tekanan udara, kecepatan dan arah angin serta data GPS. Data informasi akan dikirimkan ke Ground Station melalui 3DR Radio Telemetry.
2. Antenna berfungsi untuk menangkap sinyal informasi dari radiosonde untuk diubah menjadi sinyal listrik dan mengirimkannya ke Graphic User Interface.
3. Graphic User Interface berfungsi untuk mengolah dan menampilkan data informasi hasil pengukuran oleh radiosonde. Sebagian data dari GPS akan dikirimkan kembali ke Antenna Auto-Tracker.
4. Auto-Tracker berfungsi untuk mengarahkan antenna menuju posisi radiosonde sesuai dengan posisi GPS. Sehingga kemanapun radiosonde bergerak, antenna akan selalu mengikuti posisi radiosonde.
5. Data hasil pengukuran akan disimpan oleh GUI dalam bentuk file CSV.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Pengaruh Jarak terhadap RSSI

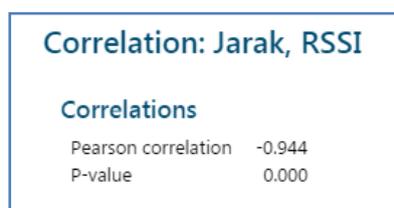
Data yang telah diterima dapat dilakukan uji hipotesis untuk diketahui ada atau tidak adanya hubungan linier jarak terhadap nilai RSSI. (Kusnandar, 2019) Hipotesis tentang tidak adanya hubungan linier antara variable X dengan variable Y dinyatakan dalam bentuk hipotesis nol sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_1 = 0$$

Hipotesis alternatif bagi hipotesis nol tersebut adalah bahwa ada hubungan linier antara kedua variable tersebut, artinya $\beta_1 \neq 0$. Hal ini dirumuskan sebagai berikut:

$$H_1 : \beta_1 \neq 0$$

Pengolah data tersebut menggunakan salah satu software pengolahan data yaitu Minitab 18 agar dapat diketahui seberapa kuat hubungan linier jarak terhadap nilai RSSI. Gambar 3 menunjukkan data hasil pengolahan nilai RSSI secara mobile 15 Km/jam terhadap jarak sejauh 194 meter.

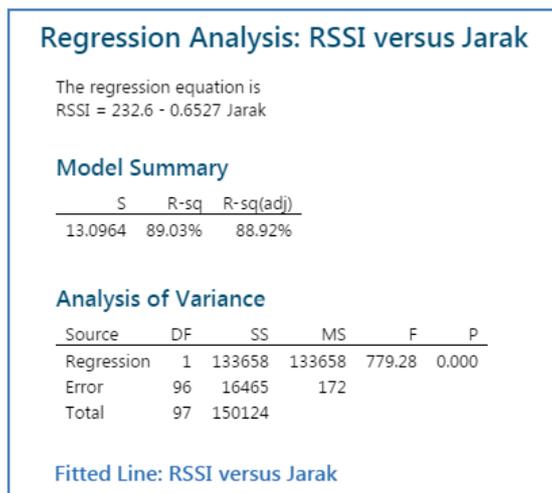


Gambar 3. Korelasi RSSI mobile 15 Km/jam sejauh 194 meter

Nilai koefisien korelasi populasi, ρ , diduga dengan menghitung koefisien korelasi sampel yang dinotasikan dengan r . Nilai r dalam persamaan biasa juga disebut sebagai koefisien korelasi Pearson (*Pearson product-moment correlation coefficient*). Secara umum,

- Nilai $\rho = -1$ menunjukkan suatu hubungan linier negatif yang sempurna.
- Nilai $\rho = +1$ menunjukkan suatu hubungan linier positif yang sempurna.
- Semakin besar nilai mutlak dari ρ semakin kuat hubungan linier kedua variable tersebut.
- Nilai $\rho = 0$ menunjukkan tidak adanya hubungan linier antara kedua variable, artinya, jika kedua variable tersebut bersifat saling bebas (*independent*) maka nilai $\rho = 0$. Akan tetapi jika nilai $\rho = 0$ tidak berarti bahwa kedua variable tersebut bersifat saling bebas, karena kedua variable tersebut dapat saja mempunyai hubungan yang tidak linier.

Pada Gambar 3 nilai *Pearson correlation* bernilai -0,944 yang dapat diartikan bahwa jarak dan nilai RSSI mempunyai hubungan linier yang kuat dengan korelasi negatif. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh jarak terhadap nilai RSSI, maka perlu dilakukan analisis regresi linier seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Analisis regresi linier RSSI mobile 15 Km/jam sejauh 194 meter

Dari Gambar 4 dapat dilihat terdapat *Regression Equation*, *Model Summary*, dan *Analysis of Variance*. (Kusnandar, 2019) Nilai P adalah nilai dugaan bagi peluang diperolehnya hasil sampel tersebut dengan asumsi bahwa sampel tersebut merupakan suatu sampel acak dari suatu populasi dimana H_0 benar.

Secara konvensional, para peneliti biasanya menggunakan kriteria pengujian sebagai berikut:

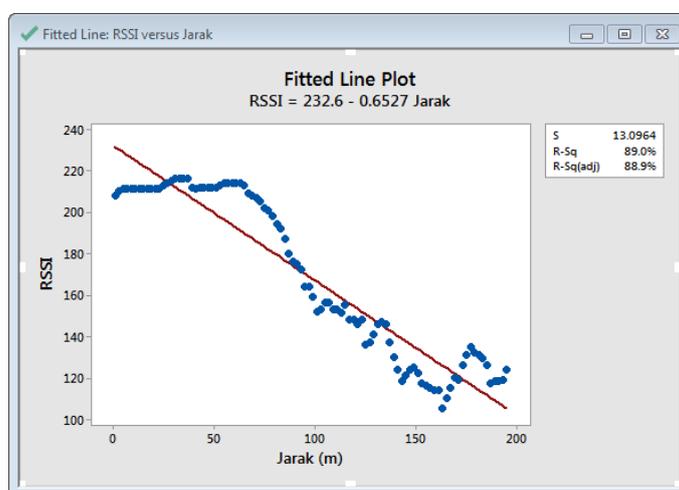
Tolak H_0 (dan terima H_1) jika nilai $P < 0,05$

(Kusnandar, 2019) Setiap koefisien dengan nilai P yang lebih kecil dari 0,05 biasa dikatakan sebagai berbeda nyata atau signifikan (*statistically significant*). Salah satu kelemahan dari kriteria pengujian tersebut adalah bahwa perbedaan antara dihasilkannya $P = 0,49$ (signifikan pada taraf nyata $\alpha = 0,05$) dengan dihasilkannya $P = 0,51$ (tidak signifikan pada taraf nyata $\alpha = 0,05$) sering kali tidak jauh berbeda. dengan mencantumkan nilai P yang sebenarnya maka kelemahan tersebut dapat teratasi, karena penentuan nilai signifikansi (taraf nyata α sebenarnya tidak harus selalu sama dengan 0,05).

Sesuai dengan Gambar 4 nilai P adalah 0,000 yang menandai bahwa jarak berpengaruh terhadap nilai RSSI. Besarnya pengaruh nilai RSSI terhadap jarak dapat kita lihat nilai R-sq pada bagian Model Summary. Nilai R-Sq menginterpretasikan

bahwa jarak mampu menjelaskan keberagaman nilai RSSI. Sisanya dipengaruhi oleh factor variable independent yang lain. Semakin besar nilai R-sq maka pengaruh yang ditimbulkan juga semakin besar. Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa 89,03% besarnya nilai RSSI dipengaruhi oleh jarak.

Dari pengaruh jarak terhadap nilai RSSI dapat kita prediksi jarak terjauh yang mampu dijangkau oleh sistem telemetri. Masing – masing Grafik RSSI dapat kita tarik garis linier untuk dicari titik terjauh yang masih dapat dijangkau oleh sistem telemetri. Gambar 5 menunjukkan *fitted line plot* yang disertai garis linier dari data RSSI *mobile* 15 Km/jam sejauh 194 meter.



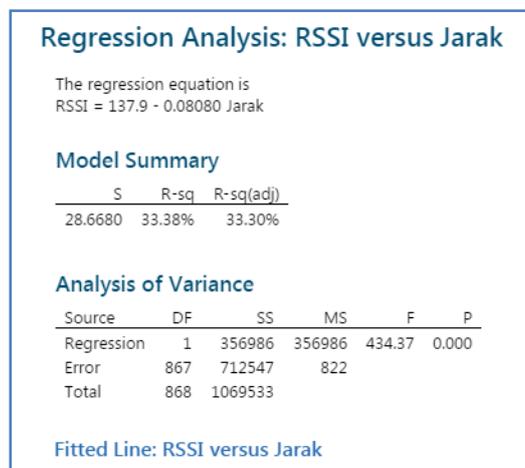
Gambar 5. *Fitted Line Plot* RSSI *Mobile* 15 Km/jam vs Jarak 194 meter

Gambar 5 merupakan grafik *fitted line plot* RSSI *mobile* 15 Km/jam sejauh 194 meter yang telah ditarik garis regresi linier. Jika kita lihat, garis tersebut akan terus turun hingga terdapat batas tertentu. Berdasarkan datasheet 3DR Radio Telemetry, sensitifitas telemetri menunjukkan nilai -117 dBm dengan nilai RSSI sebesar 19. Sehingga kita dapat menarik garis tersebut hingga mencapai batas RSSI bernilai 19. Caranya adalah dengan melihat rumus persamaan regresi yang tertera pada Gambar 8. Prediksi jarak terjauh dari pengujian nilai RSSI secara *mobile* 15 Km/jam sejauh 194 meter berdasarkan persamaan regresi pada Gambar 5 adalah 327,256 meter. Pengolahan data selanjutnya yaitu pengujian RSSI *mobile* sejauh 869 meter dengan kecepatan rata – rata 1 m/s ditunjukkan oleh Gambar 6.



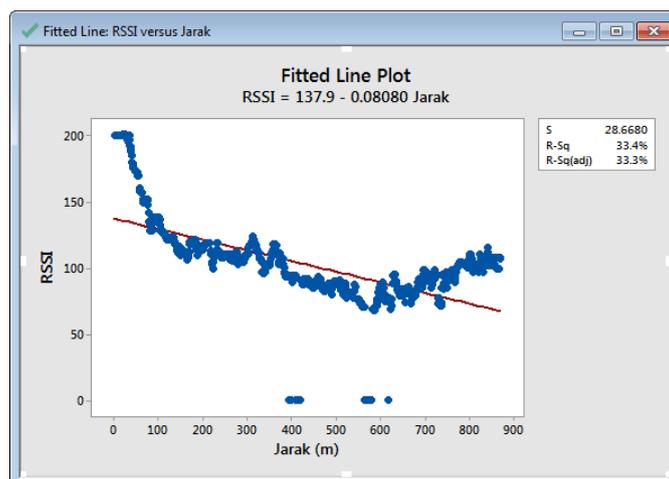
Gambar 6. Korelasi RSSI *mobile* 1 m/s sejauh 869 meter

Pada Gambar 6 nilai Pearson correlation bernilai -0,578 yang dapat diartikan bahwa jarak dan nilai RSSI mempunyai hubungan linier yang kuat dengan korelasi negatif. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh jarak terhadap nilai RSSI, maka perlu dilakukan analisis regresi linier seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Analisis regresi linier RSSI *mobile* 1 m/s sejauh 869 meter

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa nilai P adalah 0,000 yang menandai bahwa jarak berpengaruh terhadap nilai RSSI. Pengaruh jarak terhadap nilai RSSI menunjukkan R-sq sebesar 33,38 % yang artinya jarak berpotensi 33,38% terhadap beragamnya nilai RSSI. Sedangkan Gambar 8 menunjukkan *fitted line plot* yang disertai garis linier dari data RSSI *mobile* 1 m/s sejauh 869 meter.



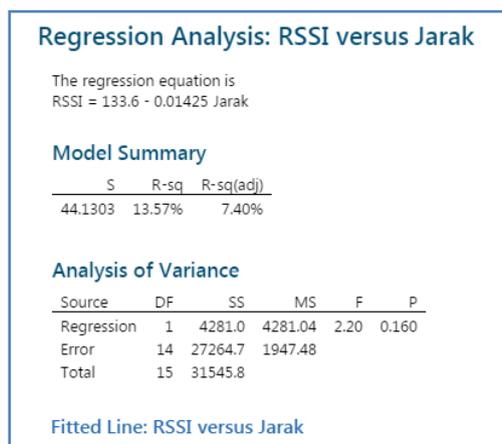
Gambar 8. *Fitted Line Plot* RSSI mobile 1 m/s vs Jarak 869 meter

Gambar 8 merupakan grafik *fitted line plot* RSSI mobile 1 m/s sejauh 869 meter yang telah ditarik garis regresi linier. Prediksi jarak terjauh dapat dicari dengan melihat rumus persamaan regresi yang tertera pada Gambar 8. Prediksi jarak terjauh dari pengujian nilai RSSI secara *mobile* 1 m/s sejauh 869 meter berdasarkan persamaan regresi pada Gambar 8 adalah 1.471,535 meter. Hasil pengolahan data RSSI secara *fixed* pada jarak – jarak tertentu ditunjukkan oleh Gambar 9.



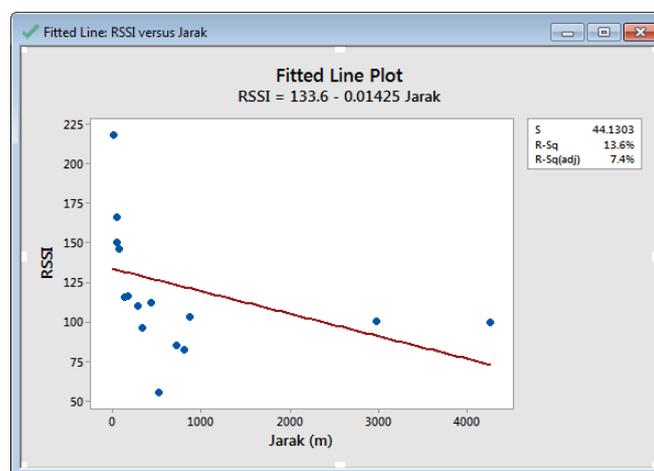
Gambar 9. Korelasi RSSI pada jarak – jarak tertentu

Pada Gambar 9 nilai *Pearson correlation* bernilai -0,368 yang dapat diartikan bahwa jarak dan nilai RSSI mempunyai hubungan linier yang lemah dengan korelasi negatif. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh jarak terhadap nilai RSSI, maka perlu dilakukan analisis regresi linier seperti terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Analisis regresi linier RSSI jarak tertentu

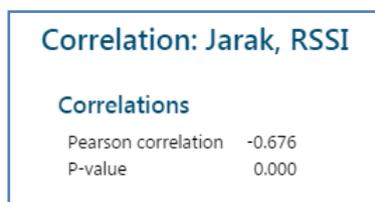
Dari Gambar 10 dapat dilihat bahwa nilai P adalah 0,160 yang menandai bahwa jarak tidak berpengaruh terhadap nilai RSSI, sehingga hipotesis alternatif ditolak. Akan tetapi sesuai dengan bukunya (Kusnandar, 2019) menjelaskan bahwa karena penentuan nilai signifikansi dari P, taraf nyata α sebenarnya tidak harus sama dengan 0,05. α adalah nilai taraf signifikansi. Maka kita tetap berasumsi bahwa jarak masih berpengaruh terhadap nilai RSSI yang diterima karena terdapat korelasi antara kedua variabel. Sedangkan Gambar 11 menunjukkan *fitted line plot* yang disertai garis linier dari data RSSI secara *fixed* dengan jarak – jarak tertentu.



Gambar 11. *Fitted Line Plot* RSSI pada jarak - jarak tertentu

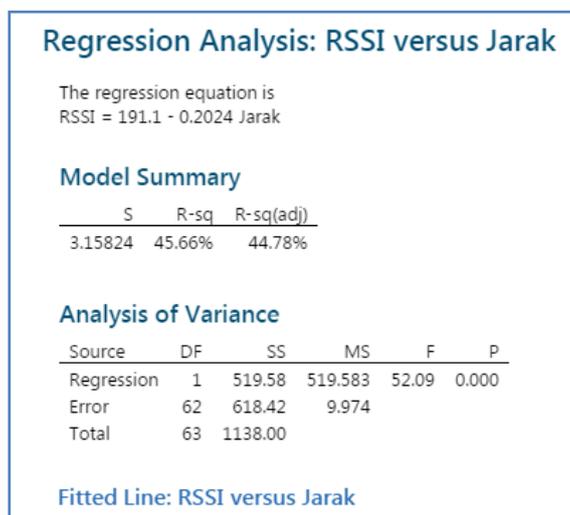
Gambar 11 merupakan grafik *fitted line plot* RSSI pada jarak – jarak tertentu yang telah telah ditarik garis regresi linier. Prediksi jarak terjauh dapat dicari dengan melihat rumus persamaan regresi yang tertera pada Gambar 11. Jadi prediksi jarak terjauh dari pengujian nilai RSSI secara gabungan berdasarkan persamaan regresi pada

Gambar 11 adalah 8.042,105 meter. Kemudian pengolahan data pengujian RSSI pada uji terbang ditunjukkan oleh Gambar 12.



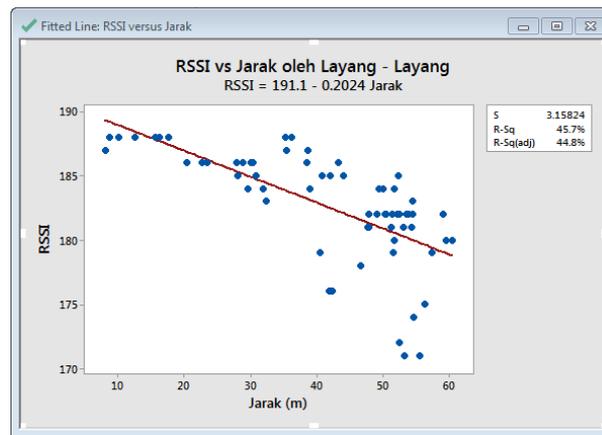
Gambar 12. Korelasi RSSI pada uji terbang

Pada Gambar 12 nilai *Pearson correlation* bernilai -0,676 yang dapat diartikan bahwa jarak dan nilai RSSI mempunyai hubungan linier yang kuat dengan korelasi negatif. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh jarak terhadap nilai RSSI, maka perlu dilakukan analisis regresi linier seperti terlihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Analisis regresi linier RSSI pada uji vertikal

Dari Gambar 13 dapat dilihat bahwa nilai P adalah 0,000 yang menandai bahwa jarak berpengaruh terhadap nilai RSSI. Pengaruh jarak terhadap nilai RSSI menunjukkan R-sq sebesar 45,66 % yang artinya jarak berpotensi 45,66% terhadap beragamnya nilai RSSI. Sedangkan Gambar 14 menunjukkan *fitted line plot* yang disertai garis linier dari data RSSI pada uji vertikal.



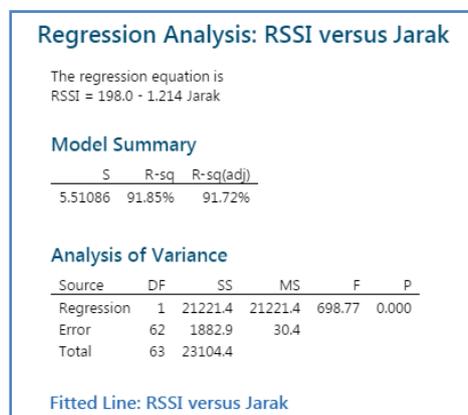
Gambar 14. *Fitted Line Plot* RSSI pada uji vertikal

Gambar 14 merupakan grafik *fitted line plot* RSSI secara gabungan yang telah ditarik garis regresi linier. Prediksi jarak terjauh dapat dicari dengan melihat rumus persamaan regresi yang tertera pada Gambar 14. Jadi prediksi jarak terjauh dari pengujian nilai RSSI pada uji vertikal berdasarkan persamaan regresi Gambar 14 adalah 850,296 meter. Kemudian pengujian secara horizontal ditunjukkan oleh Gambar 15.



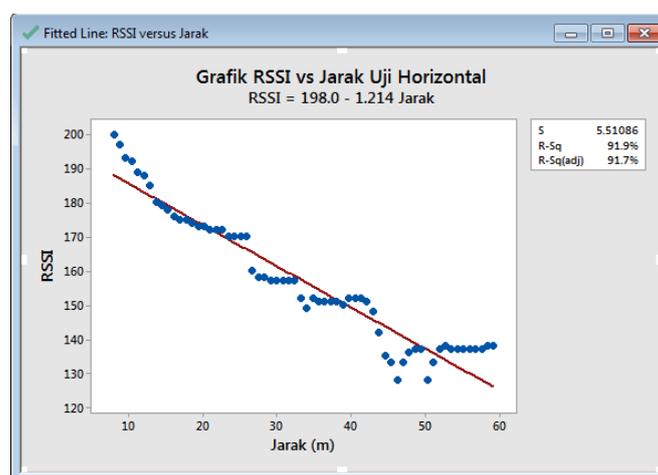
Gambar 15. Analisis regresi linier RSSI pada uji horizontal

Pada Gambar 15 nilai *Pearson correlation* bernilai -0,958 yang dapat diartikan bahwa jarak dan nilai RSSI mempunyai hubungan linier yang kuat dengan korelasi negatif. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh jarak terhadap nilai RSSI, maka perlu dilakukan analisis regresi linier seperti terlihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Analisis regresi linier RSSI pada uji horizontal

Dari Gambar 16 dapat dilihat bahwa nilai P adalah 0,000 yang menandai bahwa jarak berpengaruh terhadap nilai RSSI. Pengaruh jarak terhadap nilai RSSI menunjukkan R-sq sebesar 91,85 % yang artinya jarak berpotensi 91,85 % terhadap beragamnya nilai RSSI. Sedangkan Gambar 17 menunjukkan *fitted line plot* yang disertai garis linier dari data RSSI pada uji horizontal.



Gambar 17. *Fitted Line Plot* RSSI pada uji horizontal

Gambar 17 merupakan grafik *fitted line plot* RSSI secara gabungan yang telah ditarik garis regresi linier. Prediksi jarak terjauh dapat dicari dengan melihat rumus persamaan regresi yang tertera pada Gambar 17. Jadi prediksi jarak terjauh dari pengujian nilai RSSI pada uji horizontal berdasarkan persamaan regresi Gambar 17 adalah 147,446 meter.

3.2 Analisis Prediksi Jarak Terjauh Sistem

Semua data pengolahan mengenai prediksi jarak terjauh yang mampu dijangkau oleh sistem telemetri telah didapatkan dan telah disusun ke dalam Tabel 1, sedangkan Tabel 2 merupakan perbandingan pengujian vertikal dan horizontal.

Tabel 1. Data pengujian secara *mobile* dan *fixed*

No	Pengujian	Persamaan Regresi	Prediksi Jarak (m)
1	Regresi linier RSSI <i>mobile</i> 15 Km/jam sejauh 194 meter.	$RSSI = 232.6 - 0.6527 \text{ Jarak}$	327,256
2	Regresi linier RSSI <i>mobile</i> 1 m/s sejauh 869 meter.	$RSSI = 137,9 - 0,08080 \text{ Jarak}$	1.471,535
3	Regresi linier RSSI secara	$RSSI = 133,6 -$	8.042,105

	gabungan	0,01425 Jarak	
4	Regresi linier RSSI pada uji terbang (Vertikal)	RSSI = 191,1 – 0,2024 Jarak	850,296
5	Regresi linier RSSI pada uji horizontal	RSSI = 198.0 - 1.214 Jarak	147,446

Tabel 1 menunjukkan ringkasan pengolahan data nilai RSSI yang telah diprediksi jarak terjauhnya menggunakan metode regresi linier. Pada semua pengujian yang telah dilakukan, jarak terjauh yang mungkin dicapai adalah 8,042 Km. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu propagasi gelombang radio dan kecepatan pengujian transmisi data.

Tabel 2. Perbandingan Pengujian Vertikal dan Horizontal

No	Parameter	Vertikal	Horizontal
1.	Rata – rata RSSI	182,75	157,203
2	Nilai RSSI	Penurunan nilai RSSI relatif landai.	Penurunan nilai RSSI relatif curam.
3.	Prediksi jarak terjauh	850,296 m	147,446 m

Tabel 2 menunjukkan perbandingan pengujian secara vertikal diterbangkan oleh layang – layang setinggi 60 meter dan pengujian secara horizontal sejauh 59 meter. Dari data yang didapat, terlihat perbedaan yang sangat signifikan pada pengujian parameter RSSI dan prediksi jarak terjauh. Dengan rata – rata RSSI 182.75, pengujian vertikal mendapatkan prediksi jarak terjauh 850,296 meter. Sedangkan pada pengujian horizontal dengan rata – rata RSSI 157.203, prediksi jarak terjauh menunjukkan nilai 147,446 meter.

SIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Rata-rata nilai RSSI jaringan komunikasi berbasis 3DR Radio Telemetry pada Sistem Telemetry Radiosonde secara mobile mencapai kondisi tertinggi pada pengujian jarak dekat yaitu 194 meter, dengan rata – rata -39,110 dBm pada kecepatan 15 Km/jam. Pada pengujian mobile jarak 869 meter, rata – rata nilai RSSI sebesar -73,465 dBm dengan kecepatan 3,6 Km/jam.
2. Prediksi jarak terjauh jaringan komunikasi berbasis 3DR Radio Telemetry pada Sistem Telemetry Radiosonde secara mobile pada pengujian jarak dekat didapatkan jarak terjauh 327,256 meter dengan kecepatan 15 Km/jam. Sedangkan pengujian jarak 869 meter, prediksi jarak terjauh sejauh 1.471,535 meter. Sedangkan pengujian secara fixed pada jarak – jarak tertentu hingga 4,26 Km menunjukkan prediksi jarak terjauh sejauh 8.042,105 meter.
3. Perbedaan yang sangat signifikan terjadi pada pengujian secara vertikal dan horizontal dengan jarak sekitar 60 meter dari antenna receiver. Dengan rata – rata RSSI 182.75, pengujian vertikal mendapatkan prediksi jarak terjauh 850,296 meter. Sedangkan pada pengujian horizontal dengan rata – rata RSSI 157.203, prediksi jarak terjauh menunjukkan nilai 147,446 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Aristia, A. (2019) ANALISIS UNJUK KERJA JARINGAN KOMUNIKASI BERBASIS LORA PADA SMART AGRICULTURE SYSTEM. Politeknik Negeri Semarang.
- Attamimi, S. and Darmawan, O. A. (2014) ‘STUDI ANALISIS KEGAGALAN KOMUNIKASI POINT TO POINT PADA PERANGKAT TRANSMISI NEC PASOLINK V4’, 5(3), pp. 5–19.
- Hutapea, S. S. (2016) ‘PROTOTIPE PENERIMA RADIOSONDE PROTOTYPE RECEIVER RADIOSONDE’, pp. 1–14.
- Isnawati, A. F., Susanto, I. and Purwanita, R. A. (2010) ‘ANALISIS JARAK TERHADAP REDAMAN, SNR (SIGNAL TO NOISE RATIO), DAN KECEPATAN DOWNLOAD PADA JARINGAN ADSL’, JURNAL INFOTEL - Informatika Telekomunikasi Elektronika, 2(2), p. 1. doi: 10.20895/infotel.v2i2.78.
- Kusnandar, Dadan. dkk. 2019. "Metode Statistika Serta Aplikasinya dengan MINITAB, Excel dan R."
- Marja, F. (2017) Sistem Telemetry pada Payload Radiosonde secara Real Time dengan Komunikasi Wireless. Politeknik Negeri Batam.
- Nira Sari, T. (2018) Analisis karakteristik propagasi pada sistem unmanned aerial vehicle (uav). Politeknik Negeri Semarang.

- Pamuji, P. (2015) PERANCANGAN PROTOTIPE ANTENNA TRACKER BERBASIS GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS). ITS.
- Puspitasari, N. F. (2011) ‘ANALISIS RSSI (RECEIVE SIGNAL STRENGTH INDICATOR) TERHADAP KETINGGIAN PERANGKAT WI-FI DI LINGKUNGAN INDOOR’, Jurnal Ilmiah Dasi, 15(04), pp. 32–38.
- LAPAN (2018) ‘Buku Panduan KOMURINDO-KOMBAT’, pp. 1–57.