

Simulasi Prediksi Sintilasi Ionosfer Menggunakan Aplikasi Matlab Dengan Metode Regresi Logistik

1st Muhammad Alzed Mukarom

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

alzedmukarom@student.telkomuniversi-
ty.ac.id

2nd Umar Ali Ahmad

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

umar@telkomuniversity.ac.id

3rd Prayitno Abadi

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

prayitno@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Sintilasi ionosfer menjadi permasalahan yang mengganggu frekuensi radio yang ditransmisikan oleh satelit GNSS (*Global Navigation Satellite System*). Peran satelit GNSS dapat memberikan berbagai macam informasi data dan mendapatkan data dengan mudah seperti informasi posisi. Akibat dari sintilasi terhadap satelit GNSS menjadi tidak stabil dan informasi jadi tidak tersampaikan. Faktor sintilasi ionosfer yang dipengaruhi oleh kecepatan (v), aktivitas matahari (F10.7), dan aktivitas geomagnetik (Kp). Penelitian tugas akhir ini membutuhkan pemodelan untuk memprediksi terjadinya sintilasi ionosfer sesaat setelah matahari terbenam. Penelitian ini menggunakan regresi logistik untuk membuat pemodelan terjadinya sintilasi ionosfer. Data sebanyak 427 poin pada setiap parameter dipartisi 70% untuk data latih dan 30% untuk tes data logistik yang digunakan. Metode ini dilakukan dengan mengkombinasikan berbagai prediktor kedalam pengujian. Dari hasil latih model regresi logistik menggunakan parameter v sebagai masukan mendapatkan akurasi hasil 84,3750%, kombinasi v dan F10.7 mendapatkan akurasi hasil 84,3750%. Kombinasi v dan Kp mendapatkan akurasi hasil 82,0313%. Kombinasi hasil terbaik dari latih dan tes adalah kecepatan dan aktivitas matahari. Nilai akurasi termasuk konsisten tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

Kata kunci— sintilasi, F10.7, Kp, kecepatan, regresi

I. PENDAHULUAN

Para peneliti membuat satelit yang bisa diluncurkan ke atas menggunakan roket. Satelit berada di orbit dan dapat mengelilingi sebuah planet. Satelit rancangan manusia digunakan untuk memancarkan sinyal dengan sangat luas karena berada di orbit. Pemancar satelit bisa digunakan seperti jaringan internet. Jangkauan yang luas dari satelit bisa memenuhi kebutuhan komunikasi dari antar daerah suatu negara sampai ke antar negara.

Komunikasi satelit tidak selalu berjalan sesuai yang diperhitungkan karena ada fenomena Sintilasi Ionosfer. Fenomena ini membuat penyaluran sinyal satelit menjadi terganggu. Peneliti bisa mengantisipasi gangguan sinyal dengan memprediksi kapan terjadinya Sintilasi Ionosfer menggunakan data dari pengamatan fenomena yang terjadi. Peneliti dengan prediksi yang dimiliki bisa melakukan modifikasi satelit sebelum terjadi sintilasi ionosfer.

Merancang pemodelan untuk menggunakan metode regresi logistik. Merancang pemodelan yang digunakan untuk menghitung prediksi terjadinya sintilasi ionosfer. Keluaran yang didapatkan berupa prediksi dalam bentuk

persen. Pada pekerjaan ini, penulis akan menentukan kapan terjadinya sintilasi ionosfer. Masalah ini akan dikerjakan menggunakan teknologi pengolahan data. Data yang sudah ada dimasukkan ke aplikasi yang diprogram untuk bisa menjalankan pengolahan data. Hasil dari pengolahan data berupa prediksi terjadi atau tidak.

II. KAJIAN TEORI

Pembuatan model regresi logistik untuk melakukan prediksi sintilasi ionosfer dibutuhkan ilmu untuk mengerti dan memahami pekerjaan yang dilakukan.

A. Sintilasi Ionosfer

Ionosfer merupakan ion yang dipengaruhi oleh matahari dan terletak di bagian luar dari atmosfer bumi. Ionosfer memiliki radiasi solar untuk membentuk ion, dan ion memiliki muatan listrik. Energi yang dimiliki bisa bertumbuh atau menyusut tergantung energi yang diserap dari matahari. Satelit menggunakan medium ionosfer untuk memantulkan sinyal radio. Ionosfer menjadi salah satu penentu keberhasilan satelit melakukan komunikasi ke tujuan [1].

Sintilasi Ionosfer mempengaruhi pergerakan amplitudo dan fase sinyal mengalami fluktuasi yang cepat. Sinyal menjadi lebih tinggi dan lebih rendah dari yang sudah stabil sebelumnya. Sintilasi disebabkan oleh kerapatan lapisan atmosfer bumi yang tidak seragam [2]. Frekuensi radio dalam bentuk gelombang memiliki ketidakaturan pada kepadatan elektron salah satunya dipengaruhi oleh aktivitas matahari. Sintilasi muncul pada beberapa saat setelah matahari terbenam [3].

Sintilasi Ionosfer bisa terjadi oleh berbagai macam hal [4] seperti waktu lokal, dalam waktu dari jam kosong sampai jam dua tiga terdapat kerapatan elektron ionosfer yang bervariasi bisa berubah harian. Sintilasi ionosfer memiliki efek menjadi salah satu sumber terjadinya kegagalan sinyal penerima menerima sinyal. Sintilasi ionosfer membuat GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*) melakukan kesalahan dalam menyampaikan informasi seperti navigasi. Pengetahuan yang memadai tentang sintilasi ionosfer dan memperkirakan kondisi yang akan terjadi menjadi penting untuk mengurangi kesalahan posisi pada aplikasi berbasis GNSS. Penelitian pemodelan dan memprediksi sintilasi ionosfer bisa mengurangi efek dari kesalahan dalam observasi dengan GNSS. Salah satu cara untuk menghadapi sintilasi ionosfer dengan

meningkatkan akurasi pada satelit komunikasi dan aplikasi navigasi berbasis GNSS.

B. Faktor Terjadi Sintilasi Ionosfer

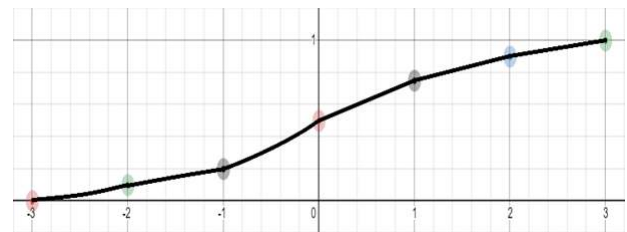
Aktivitas matahari adalah kondisi yang terjadi di matahari. Aktivitas matahari berhubungan dengan bintik matahari, bintik matahari adalah medan magnet yang kuat berada di permukaan matahari fotosfer. Bintik matahari menyesuaikan dengan konsentrasi fluks medan magnet dan menghasilkan penurunan dibandingkan permukaan lain [5]. Bintik matahari bisa berukuran planet dan berwarna gelap. Parameter yang digunakan dalam bentuk indeks F10,7 yang artinya pengukuran kepadatan fluks matahari dengan panjang gelombang 10,7 cm atau 2800 MHz di orbit bumi. Indeks ini banyak digunakan untuk pengukuran ionosfer lain dan di termosfer. Alasan model digunakan karena emisi gelombang mikro berkorelasi dengan emisi matahari lain seperti ultraviolet ekstim (EUV), ultraviolet (UV) dan Sinar-X. Tiga emisi matahari tersebut berasal dari daerah di atmosfer matahari yang sama [6].

Aktivitas geomagnet adalah hasil dari pertemuan antara angin matahari dan magnetosfer. Parameter yang digunakan dalam bentuk indeks Kp, indeks Kp adalah indeks aktivitas geomagnet global yang berbasis perhitungan tiap tiga jam dari magnetometer berbasis darat dari seluruh dunia. Perhitungan Kp indeks dilakukan menggunakan magnetometer dengan interval selama tiga jam. Alat bisa digunakan untuk mencari fluktuasi maksimum komponen horizontal dari medan magnet bumi. Indeks Kp berisi informasi berupa tingkat gangguan medan magnet bumi. Indeks Kp terkait dengan berbagai fenomena dan berkorelasi dengan ruang dekat bumi [7].

Kecepatan yang dimaksud disini adalah kecepatan dari pergerakan plasma. Plasma adalah substansi yang ada di udara seperti gas, membawa muatan yang cukup banyak membuat plasma bersifat konduktor listrik sehingga bereaksi kuat dengan medan elektromagnet. Plasma bergerak dari bawah ke atas dengan kecepatan tertentu, kecepatan yang lambat atau stabil bisa membuat plasma memiliki bentuk yang tidak berbeda jauh dari awal. Pergerakan plasma yang cepat bisa membuat plasma menjadi pecah menjadi sebaran kecil dan plasma yang terbelah bisa menyebar, bergeser ke tempat lain. Semakin tinggi lokasi plasma bisa semakin tidak stabil. Biasanya pecahan plasma terjadi di ketinggian 250-350 Km di wilayah F lintang rendah [8]. Sebaran lebih besar ketika malam di wilayah F khatulistiwa.

C. Regresi Logistik

Metode regresi logistik adalah suatu pemodelan untuk menentukan probabilitas. Keluaran yang cukup umum di pemodelan ini dengan hasil biner berupa iya atau tidak. Regresi Logistik memiliki jarak yang dibatasi antara nol dan satu. Perbandingan dengan logistik lain yaitu linear, memiliki variabel respon secara terus menerus [9]. Standar regresi linear bisa memiliki nilai diatas satu maupun nilai dibawah nol sehingga menghasilkan nilai yang kurang memuaskan [10]. Pemodelan regresi logistik bisa digunakan untuk menghitung peluang suatu peristiwa yang akan terjadi [11]. Hasil perhitungan berupa rasio dari peluang suatu peristiwa yang akan terjadi.



GAMBAR 1
KURVA REGRESI LOGISTIK

Kurva dari regresi logistik berbentuk s dengan batas antara nol dan satu. Contoh dari kurva bermula dari nilai -3. Kurva mulai naik hingga sampai di tinggi tengah-tengah 0,5 dengan nilai x adalah nol. Kurva bergerak naik hingga mencapai satu. Kurva ketinggian satu memiliki nilai berlawanan dari awal kurva dimulai yaitu tiga.

$$z = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 \quad (1)$$

$$y = \frac{1}{1 + \exp^{-z}} \quad (2)$$

Perhitungan prediksi membutuhkan variabel prediktor. Variabel tidak bebas berbentuk dua kelompok yang saling bertentangan [12]. Prediktor didapatkan dengan memasukkan parameter ke dalam rumus (1). Perhitungan regresi logistik dari rumus (1) untuk mendapatkan prediktor yang berbentuk linear. Variabel z adalah prediktor, variabel β atau koefisien adalah parameter pengali dengan parameter. Variabel x adalah variabel independen dari parameter yang digunakan. Panjang rumus tergantung dari banyaknya parameter yang dihitung, untuk pekerjaan ini menggunakan tiga parameter.

Prediktor digunakan kedalam rumus sigmoid (2), rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai probabilitas dengan menggunakan regresi logistik. Variabel y adalah hasil dari probabilitas. Variabel z adalah prediktor yang didapatkan dari regresi logistik. Seberapa bagus model ini bisa ditunjukkan dengan uji model dengan model nol, uji masing-masing prediktor, dan probabilitas prediksi [13].

III. METODE

Penelitian dilakukan dengan mendapatkan data, mengolah data, dan menggunakan data kedalam pengujian untuk mendapatkan hasil.

A. Pengambilan Data

Data aktivitas matahari didapatkan dengan pengukuran fluks matahari dilakukan menggunakan fluks monitor, alat tersebut terdiri dari dua radio teleskop kecil bekerja secara paralel dengan satu alat bekerja sebagai cadangan untuk yang lain [14]. Data aktivitas geomagnet bisa didapatkan dengan cara prediksi, yaitu dengan menggunakan curah angin matahari dan medan magnet antar planet. Dua data sebelumnya dihitung menggunakan pemodelan Neural Network. Data bisa juga didapatkan dengan perkiraan waktu nyata, yaitu dengan algoritma yang menggunakan data magnetometer di darat [15]. Data aktivitas matahari dan aktivitas geomagnet didapatkan dari situs web OMNIweb NASA, data tersebut sudah diolah dan bersifat terbuka untuk umum jadi bisa dilihat dan dipakai untuk umum.

Data kecepatan didapatkan dari situs web Ionogram (FMCW) viewer. Observasi dilakukan di Chumphon,

Thailand. Lokasi penelitian dilakukan di Kototabang, disana terdapat lokasi satuan kerja LAPAN AGAM Balai Pengamatan Antariksa dan Atmosfer Agam Bukit Kototabang, Desa Simpang Muaro Kecamatan Palu Puah, Kabupaten Agam Sumatera Barat, alasan dipilih lokasi kerja tersebut karena letak lokasi garis lurus ke selatan dari Chumpon. Cara mencari kecepatan dengan melihat grafik pada waktu malam di lokasi Kototabang, jam 18.30 sampai 19.00 perbedaan waktu yang dilihat selama 30 menit, sedangkan laman memiliki zona waktu yang berbeda sehingga menggunakan waktu jam 11.30 sampai 12.00 waktu UT.

Data Sintilasi didapatkan dari observasi dan perhitungan menggunakan GPS receiver dengan pancaran frekuensi di L band, dapat menangkap sinyal L-band GPS (1,2 GHZ). Program ini menampilkan gelombang yang stabil namun apabila gelombang naik diatas 0,3 dan terjadi selama 30 menit lebih maka akan disimpulkan kalau sintilasi terjadi, apabila gelombang naik hanya sebentar kemudian naik sebentar lagi maka sintilasi tidak terjadi.

B. Pengolahan Data

Data yang digunakan ada sebanyak 427 baris dengan kolom sebanyak sembilan. Kolom terdiri dari kolom satu yaitu tahun, kolom dua yaitu bulan, kolom tiga yaitu hari, kolom empat yaitu hari keberapa dalam satu tahun (DOY), kolom lima yaitu aktivitas matahari (F10.7), kolom enam yaitu aktivitas geomagnet (Kp1), kolom tujuh yaitu aktivitas geomagnet yang memiliki nilai satuan dengan koma (Kp2), kolom delapan yaitu kecepatan (v), dan kolom sembilan yaitu hasil sintilasi. Data yang ada di tabel tidak digunakan semua karena kolom yang memiliki parameter yang dibutuhkan hanya di kolom kelima sampai kesembilan.

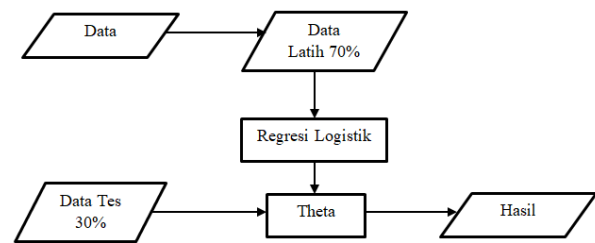
TABEL 1
DATA SINTILASI DAN PARAMETER

Tahun	Bulan	Ha ri	DO Y	F10 .7	Kp 1	Kp2	v	Sci nt
2003	9	26	269	131.8	37	3.666666667	22.22222222	0
2003	9	27	270	130.3	33	3.333333333	17.77777778	1
2003	9	28	271	137.6	13	1.333333333	11.11111111	0
2003	9	29	272	135.6	20	2	35.55555556	0
2003	9	30	273	133.3	17	1.666666667	22.22222222	1
2003	10	1	274	137.1	30	3	46.66666667	1
2003	10	8	281	113.1	20	2	31.11111111	1
2003	10	10	283	111.4	7	0.666666667	48.88888889	1
2003	10	12	285	97.4	10	1	33.33333333	1
2003	10	23	296	181.3	27	2.666666667	4.444444444	0

Data dibagi kedalam dua bagian yaitu data latih dan data tes, dipengujian ini data latih ada sebanyak 70% dan data tes ada sebanyak 30%. Data ditahan menggunakan 'holdout' sebanyak yang dimasukkan, di pengujian ini data dipisahkan 30% maka nilai yang dimasukkan 0,3. Pembagian data menggunakan sistem partisi, jadi data yang dibagi akan keluar secara acak. Parameter idx dibuat dan berisi 'cv.test' yaitu data yang ditahan sebanyak 30%. Parameter X latih dan parameter y latih mendapatkan bagian data dari lawan

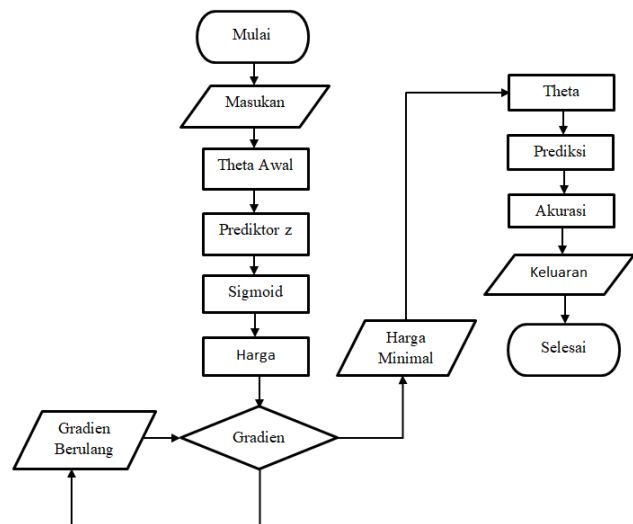
parameter idx. Parameter X tes dan parameter y tes dapat bagian data dari 'cv.test'. Hasil dari pembagian data, data latih memiliki data sebanyak 299 data dan data tes memiliki data sebanyak 128 data.

C. Cara Kerja Program



GAMBAR 2
BAGAN ALUR DATA

Data yang dipisah sebelumnya, akan dimulai dengan data latih. Data latih digunakan dalam perhitungan regresi logistik. Hasil dari program regresi logistik berupa nilai theta. Nilai theta digunakan dengan data tes. Data tes yang digunakan menghasilkan keluaran yang sama seperti pengujian dengan data latih, namun dengan hasil yang berbeda.



GAMBAR 3
BAGAN ALUR PROGRAM

Program dimulai dengan memasukkan parameter yang ingin dihitung. Masukan mulai dihitung dengan menentukan nilai theta awal dari nol. Nilai theta awal digunakan untuk menentukan prediktor variabel z. Variabel z digunakan untuk perhitungan rumus sigmoid. Menentukan nilai harga perhitungan menggunakan nilai sigmoid. Gradien dihitung berulangi berdasarkan nilai theta yang digunakan, dan nilai gradien dihitung menggunakan nilai sigmoid. Gradien setelah mendapat nilai harga perhitungan seminimal mungkin, nilai theta yang digunakan untuk mendapatkan nilai harga minimum akan digunakan untuk perhitungan selanjutnya. Nilai theta digunakan untuk menghitung prediksi setiap poin data parameter. Hasil dari prediksi akan digunakan untuk menghitung akurasi dari pengujian dengan melihat seberapa banyak prediksi yang salah. Hasil keluaran akan terbentuk berupa prediksi dalam grafik dan nilai persen akurasi dan program selesai dilakukan.

Menentukan harga dan gradien dengan menentukan jumlah data terlebih dahulu, dengan m adalah jumlah sampel data yang dibuat kedalam matriks dan n adalah

jumlah fitur ada dua parameter. Nilai theta awal akan diatur ke nol, butuh nilai theta $(n + 1)$ $\theta_0, \theta_1, \dots, \theta_n$. Harga dan gradient vector akan dihitung menggunakan rumus empiris. Menentukan jumlah data latih dengan kode, kemudian menambahkan matriks satuan ke X yang mempresentasikan istilah bias.

$$h_{\theta}(x) = g(\theta^T X) \quad (3)$$

$$g(z) = 1 / (1 + e^{-z}) \quad (4)$$

Menghitung theta dari theta awal menggunakan formula (3). Variabel h adalah prediktor yang akan dimasukkan ke rumus sigmoid. Variabel theta adalah koefisien sebagai pengali terhadap parameter. Variabel X adalah matriks yang berisi parameter yang dimasukkan. Variabel g adalah fungsi sigmoid untuk mencari nilai probabilitas. Variabel z adalah prediktor dari variabel h dari rumus (3) dan variabel akan diimplementasi di rumus (4).

$$J(\theta) = -\frac{1}{m} [\sum y_i \log(h_{\theta}(x_i)) + (1 - y_i) \log(1 - h_{\theta}(x_i))] \quad (5)$$

$$\text{grad}(i) = \frac{1}{m} \sum [(h_{\theta}(x_i) - y_i) x_{ij}] \quad (6)$$

Selanjutnya menghitung harga menggunakan formula (3.3). Variabel J adalah harga dari perhitungan dengan parameter yang digunakan. Variabel m adalah matriks X berukuran satu kolom. Variabel h adalah prediktor dari rumus (3.1). Variabel xi adalah parameter yang digunakan. Variabel yi adalah hasil sintilasi dari data pengamatan. Pembuatan gradient vector sudah dilakukan, selanjutnya menghitung gradient vector menggunakan formula (3.4). Variabel grad(i) adalah hasil gradien vektor. Gradien dihitung berulang kali sebanyak gradien satuan.

Bagian setelah menghitung harga perhitungan akan menentukan matriks dengan baris m dan kolom n dengan ukuran dari matriks X parameter yang digunakan. Theta awal menggunakan matriks bernilai kosong sebesar banyak kolom n ditambah 1 dan baris sebesar 1. Program selanjutnya terdapat fungsi perhitungan harga yang ada sebelumnya sudah dihitung terlebih dahulu, digunakan untuk mencari nilai theta awal. Nilai gradien juga digunakan setelah melakukan perhitungan gradien berulang.

Tahap selanjutnya membuat fungsi untuk menghitung prediksi terlebih dahulu. Data latih dibuat kedalam larik terlebih dahulu kemudian buat matriks X2 berisi matriks bernilai satu berukuran $(m1, 1)$ dan banyak X kemudian matriks X2 dimasukkan ke nilai z baru dikali theta. Disini terdapat gradien baru karena menggunakan nilai z baru. Untuk mendapatkan prediksi dilakukan pembulatan nilai untuk mendapatkan nilai nol atau satu. Fungsi selanjutnya untuk menghitung persentase dari akurasi dengan menghitung presisi dua kali Matlab dengan perintah double yang sudah tersedia dari Matlab untuk menghitung prediksi sama dengan y hasil sintilasi, jika nilai prediksi setara dengan hasil sintilasi maka nilai akan bertambah tapi jika sebaliknya maka nilai akan lebih kecil, kemudian presisi dihitung rata-rata dari nilai tersebut dan dikali 100 untuk membentuk persen. Program selanjutnya akan membuat figur yang menampilkan pembagian nilai prediksi dari data

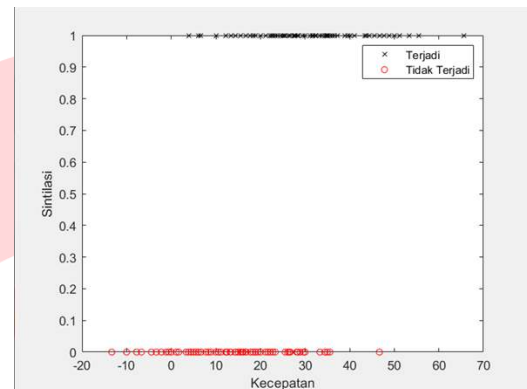
latih dengan aksis x dan aksis y adalah kedua parameter. Bagian selanjutnya program akan menghitung prediksi dan akurasi lagi, tapi kali ini dengan data tes dan nilai theta akan menggunakan nilai theta yang didapatkan dari data latih.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

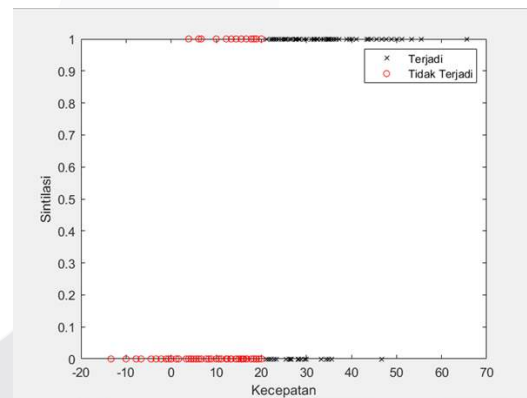
Bagian Pengujian dilakukan dengan satu parameter, dua parameter, dan tiga parameter.

A. Pengujian Program Dengan Satu Parameter

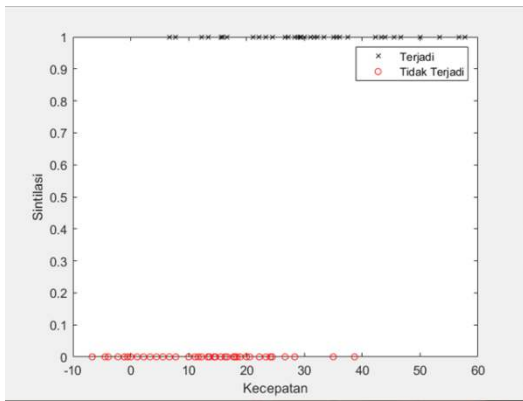
Pengujian pertama akan dilakukan dengan satu parameter yaitu parameter kecepatan.



GAMBAR 4
GRAFIK DATA LATIH OBSERVASI PARAMETER KECEPATAN

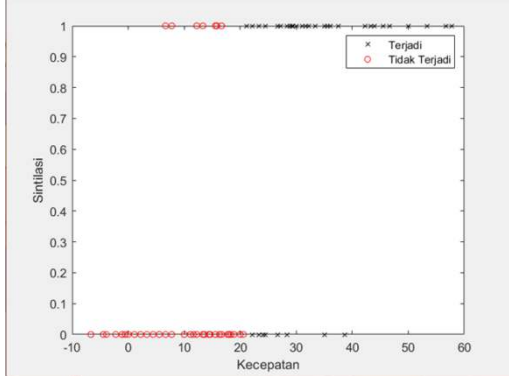


GAMBAR 5
GRAFIK DATA LATIH PREDIKSI PARAMETER KECEPATAN
Pada grafik observasi data latih, poin data terjadi sintilasi berada di atas dengan nilai satu sedangkan tidak terjadi sintilasi berada di bawah dengan nilai nol. Hasil grafik pada prediksi menunjukkan hasil prediksi yang salah memprediksi tidak terjadi sintilasi di kecepatan sebesar 5-20 m/s. Kesalahan prediksi lain terjadi dengan memprediksi terjadi sintilasi di kecepatan sebesar 20-48 m/s.



GAMBAR 6

GRAFIK DATA TES OBSERVASI PARAMETER KECEPATAN



GAMBAR 7

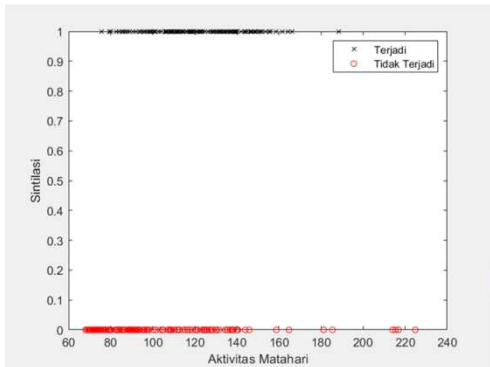
GRAFIK DATA TES PREDIKSI PARAMETER KECEPATAN

Pada grafik observasi data tes, poin data terjadi sintilasi berada di atas dengan nilai satu sedangkan tidak terjadi sintilasi berada di bawah dengan nilai nol. Hasil grafik pada prediksi menunjukkan hasil prediksi yang salah memprediksi tidak terjadi sintilasi di kecepatan sebesar 8-16 m/s. Kesalahan prediksi lain terjadi dengan memprediksi terjadi sintilasi di kecepatan sebesar 20-48 m/s.

Dari percobaan tersebut akurasi latihan yang didapatkan sebesar 78,2609%, sedangkan akurasi tes yang didapatkan sebesar 84,3750%, cukup tinggi untuk bisa melakukan prediksi dengan parameter tersebut. Nilai yang theta yang didapatkan dari data latihan adalah [-2,9503;0,1403]. Rumus prediktor dengan nilai theta sebagai berikut.

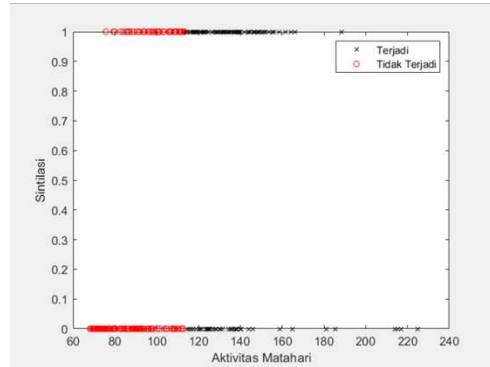
$$z = -2,9503 + 0,1403.v \quad (7)$$

Pengujian selanjutnya akan dilakukan dengan satu parameter dan parameter yang digunakan adalah aktivitas matahari.



GAMBAR 8

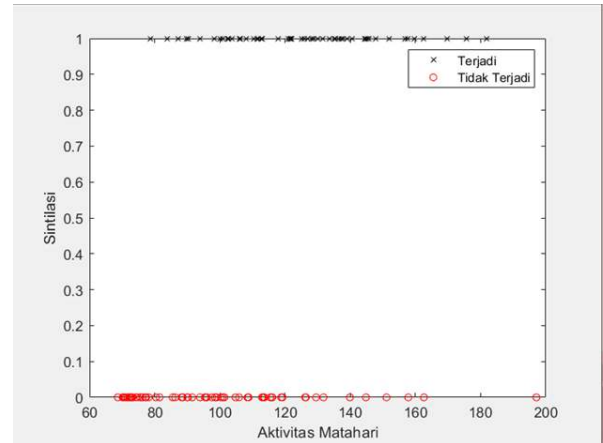
GRAFIK DATA LATIH OBSERVASI PARAMETER AKTIVITAS MATAHARI



GAMBAR 9

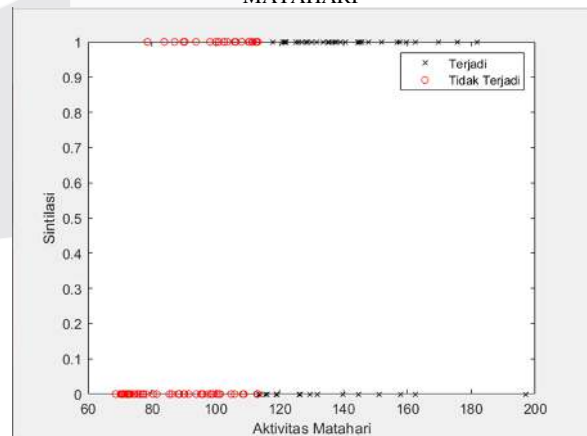
GRAFIK DATA LATIH PREDIKSI PARAMETER AKTIVITAS MATAHARI

Pada grafik observasi data latihan, poin data terjadi sintilasi berada di atas dengan nilai satu sedangkan tidak terjadi sintilasi berada di bawah dengan nilai nol. Hasil grafik pada prediksi menunjukkan hasil prediksi yang salah memprediksi tidak terjadi sintilasi di indeks F10,7 sebesar 72-110 sfu. Kesalahan prediksi lain terjadi dengan memprediksi terjadi sintilasi di indeks F10,7 sebesar 115-222 sfu.



GAMBAR 10

GRAFIK DATA TES OBSERVASI PARAMETER AKTIVITAS MATAHARI



GAMBAR 11

GRAFIK DATA TES PREDIKSI PARAMETER AKTIVITAS MATAHARI

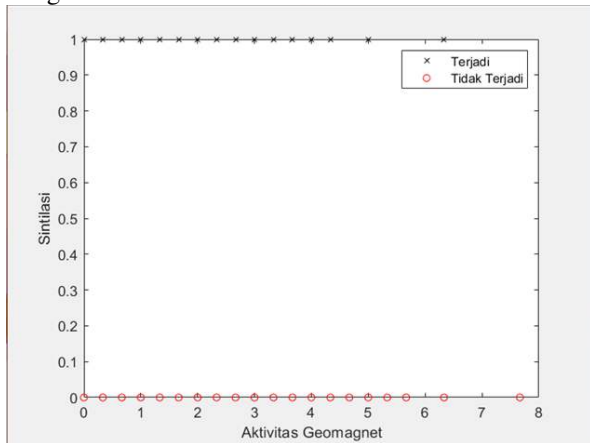
Pada grafik observasi data tes, poin data terjadi sintilasi berada di atas dengan nilai satu sedangkan tidak terjadi sintilasi berada di bawah dengan nilai nol. Hasil grafik pada prediksi menunjukkan hasil prediksi yang salah memprediksi tidak terjadi sintilasi di indeks F10,7 sebesar

78-112 sfu. Kesalahan prediksi lain terjadi dengan memprediksi terjadi sintilasi di indeks F10,7 sebesar 117-198 suf.

Dari percobaan tersebut akurasi latihan yang didapatkan sebesar 66,8896%, sedangkan akurasi tes yang didapatkan sebesar 67,9688%, cukup rendah untuk bisa melakukan prediksi dengan parameter tersebut. Nilai yang theta yang didapatkan dari data latihan adalah [-3,2521;0,0287]. Rumus prediktor dengan nilai theta sebagai berikut.

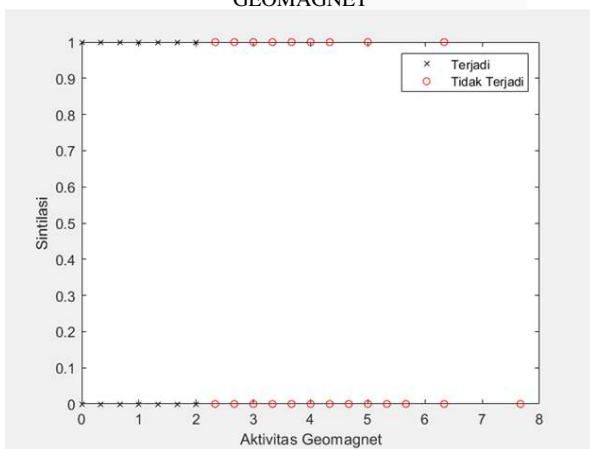
$$z = -3,2521 + 0,0287 \cdot F10,7 \quad (8)$$

Pengujian selanjutnya akan dilakukan dengan satu parameter dan parameter yang digunakan adalah aktivitas geomagnet.



GAMBAR 12

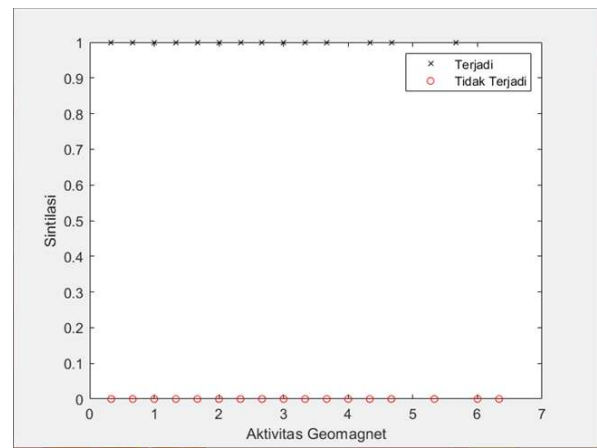
GRAFIK DATA LATIH OBSERVASI PARAMETER AKTIVITAS GEOMAGNET



GAMBAR 13

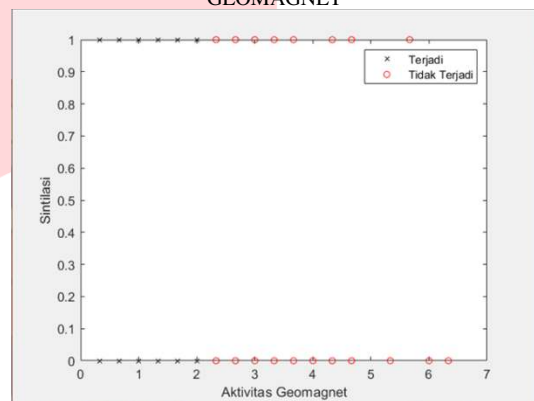
GRAFIK DATA LATIH PREDIKSI PARAMETER AKTIVITAS GEOMAGNET

Pada grafik observasi data latihan, poin data terjadi sintilasi berada di atas dengan nilai satu sedangkan tidak terjadi sintilasi berada di bawah dengan nilai nol. Hasil grafik pada prediksi menunjukkan hasil prediksi yang salah memprediksi tidak terjadi sintilasi di indeks Kp sebesar 2,5-6,2. Kesalahan prediksi lain terjadi dengan memprediksi terjadi sintilasi di indeks Kp sebesar 0-2.



GAMBAR 14

GRAFIK DATA TES OBSERVASI PARAMETER AKTIVITAS GEOMAGNET



GAMBAR 15

GRAFIK DATA TES PREDIKSI PARAMETER AKTIVITAS GEOMAGNET

Pada grafik observasi data tes, poin data terjadi sintilasi berada di atas dengan nilai satu sedangkan tidak terjadi sintilasi berada di bawah dengan nilai nol. Hasil grafik pada prediksi menunjukkan hasil prediksi yang salah memprediksi tidak terjadi sintilasi di indeks Kp sebesar 2,3-5,6. Kesalahan prediksi lain terjadi dengan memprediksi terjadi sintilasi di indeks Kp sebesar 0,2-2.

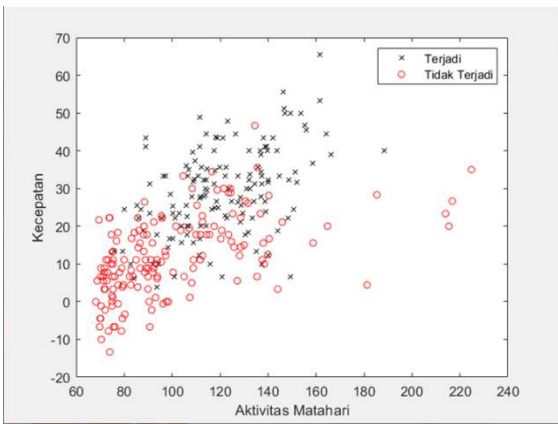
Dari percobaan tersebut akurasi latihan yang didapatkan sebesar 60,8696%, sedangkan akurasi tes yang didapatkan sebesar 60,1563%, cukup rendah untuk bisa melakukan prediksi dengan parameter tersebut. Nilai yang theta yang didapatkan dari data latihan adalah [0,9185;-0,4406]. Rumus prediktor dengan nilai theta sebagai berikut.

$$z = 0,9185 - 0,4406 \cdot Kp \quad (9)$$

Dari ketiga parameter, parameter kecepatan memiliki akurasi lebih tinggi dari parameter lain, jadi untuk selanjutnya kecepatan akan dibandingkan dengan parameter lain. Parameter aktivitas matahari dan aktivitas geomagnet memiliki perbedaan yang cukup jauh ketika dibandingkan dengan akurasi parameter kecepatan.

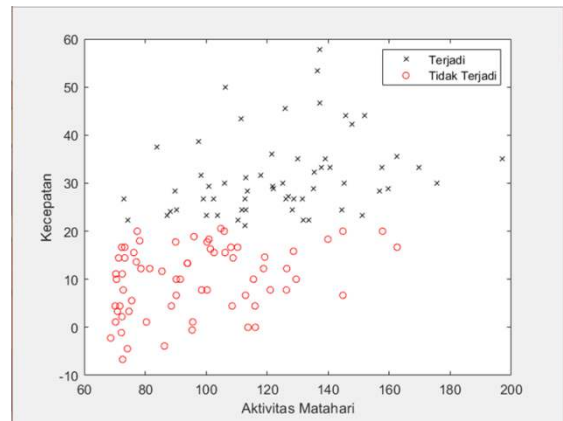
B. Pengujian Program Dengan Dua Parameter

Pengujian selanjutnya akan dilakukan dengan dua parameter dan parameter yang digunakan adalah aktivitas matahari dan kecepatan.



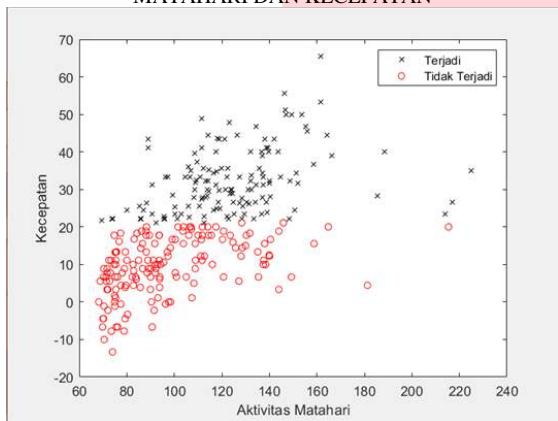
GAMBAR 16

GRAFIK DATA LATIH OBSERVASI PARAMETER AKTIVITAS MATAHARI DAN KECEPATAN



GAMBAR 19

GRAFIK DATA TES PREDIKSI PARAMETER AKTIVITAS MATAHARI DAN KECEPATAN



GAMBAR 17

GRAFIK DATA LATIH PREDIKSI PARAMETER AKTIVITAS MATAHARI DAN KECEPATAN

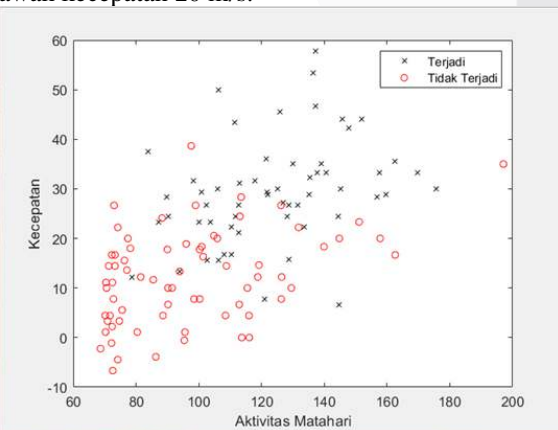
Pada grafik observasi data latih, poin data horizontal menunjukkan aktivitas matahari dan poin data vertikal menunjukkan kecepatan. Hasil grafik pada prediksi menunjukkan hasil prediksi yang salah memprediksi tidak terjadi sintilasi di kecepatan di bawah 20 m/s. Kesalahan prediksi lain terjadi dengan memprediksi terjadi sintilasi di kecepatan di atas 20 m/s. Aktivitas matahari indeks F10,7 sebesar berapapun tidak ada pengaruh karena program melakukan prediksi yang salah di atas kecepatan 20 m/s dan di bawah kecepatan 20 m/s.

Pada grafik observasi data tes, poin data horizontal menunjukkan aktivitas matahari dan poin data vertikal menunjukkan kecepatan. Hasil grafik pada prediksi menunjukkan hasil prediksi yang salah memprediksi tidak terjadi sintilasi di kecepatan di bawah 20 m/s. Kesalahan prediksi lain terjadi dengan memprediksi terjadi sintilasi di kecepatan di atas 20 m/s. Aktivitas matahari indeks F10,7 sebesar berapapun tidak ada pengaruh karena program melakukan prediksi yang salah di atas kecepatan 20 m/s dan di bawah kecepatan 20 m/s.

Dari percobaan tersebut akurasi latih yang didapatkan sebesar 78,2609%, sedangkan akurasi tes yang didapatkan sebesar 84,3750%, cukup tinggi untuk bisa melakukan prediksi dengan parameter tersebut. Nilai yang theta yang didapatkan dari data latih adalah [-2,7366;-0,0025;0,1436]. Rumus prediktor dengan nilai theta sebagai berikut.

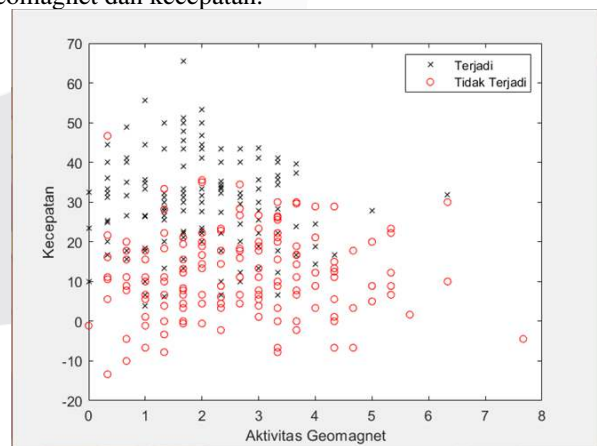
$$z = -2,7366 - 0,0025 \cdot F10,7 + 0,1436 \cdot v \tag{10}$$

Pengujian selanjutnya akan dilakukan dengan dua parameter dan parameter yang digunakan adalah aktivitas geomagnet dan kecepatan.



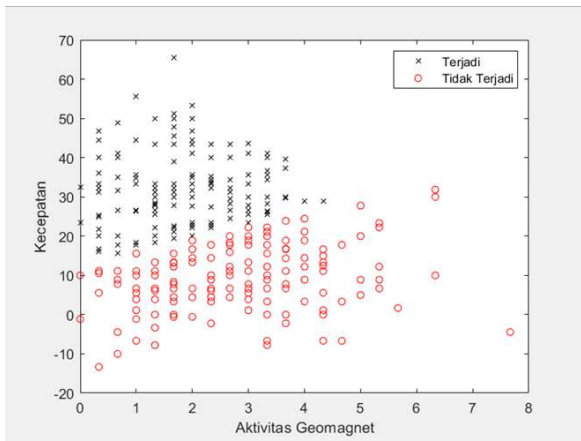
GAMBAR 18

GRAFIK DATA TES OBSERVASI PARAMETER AKTIVITAS MATAHARI DAN KECEPATAN



GAMBAR 20

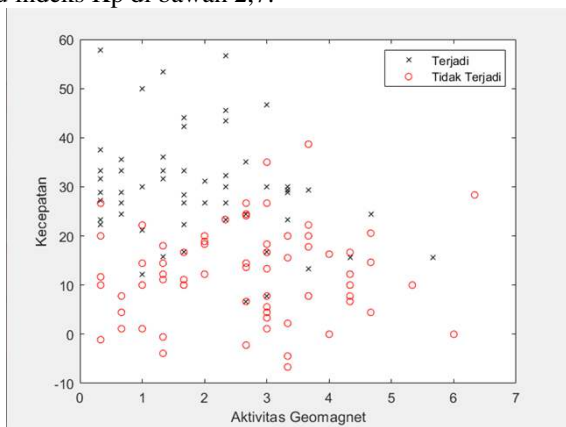
GRAFIK DATA LATIH OBSERVASI PARAMETER AKTIVITAS GEOMAGNET DAN KECEPATAN



GAMBAR 21

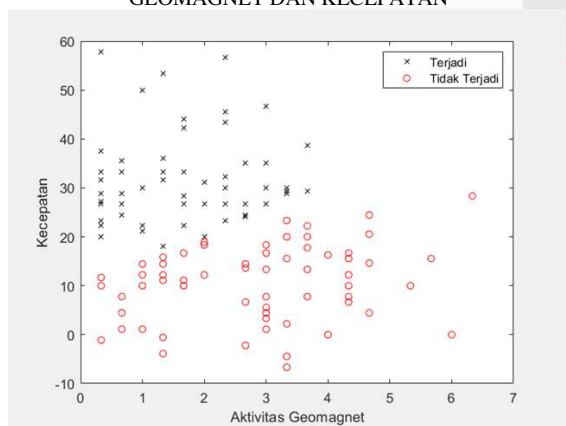
GRAFIK DATA LATIH PREDIKSI PARAMETER AKTIVITAS GEOMAGNET DAN KECEPATAN

Pada grafik observasi data latih, poin data horizontal menunjukkan aktivitas geomagnet dan poin data vertikal menunjukkan kecepatan. Hasil grafik pada prediksi menunjukkan hasil prediksi yang salah memprediksi tidak terjadi sintilasi di kecepatan di bawah 15 m/s atau di indeks Kp di atas 2,7. Kesalahan prediksi lain terjadi dengan memprediksi terjadi sintilasi di kecepatan di atas 15 m/s atau indeks Kp di bawah 2,7.



GAMBAR 22

GRAFIK DATA TES OBSERVASI PARAMETER AKTIVITAS GEOMAGNET DAN KECEPATAN



GAMBAR 23

GRAFIK DATA TES PREDIKSI PARAMETER AKTIVITAS GEOMAGNET DAN KECEPATAN

Pada grafik observasi data tes, poin data horizontal menunjukkan aktivitas geomagnet dan poin data vertikal menunjukkan kecepatan. Hasil grafik pada prediksi menunjukkan hasil prediksi yang salah memprediksi tidak terjadi sintilasi di kecepatan di bawah 15 m/s atau indeks Kp

di atas 3,2. Kesalahan prediksi lain terjadi dengan memprediksi terjadi sintilasi di kecepatan di atas 15 m/s atau indeks Kp di bawah 3,2.

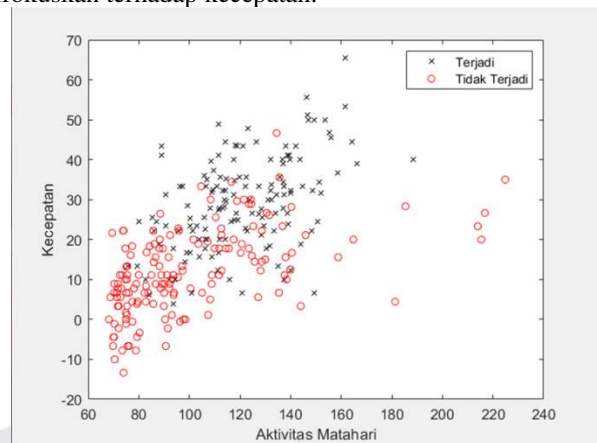
Dari percobaan tersebut akurasi latih yang didapatkan sebesar 78,9298%, sedangkan akurasi tes yang didapatkan sebesar 82,0313%, cukup tinggi untuk bisa melakukan prediksi dengan parameter tersebut. Nilai yang theta yang didapatkan dari data latih adalah [-1,8896;-0,4665;0,1423]. Rumus prediktor dengan nilai theta sebagai berikut.

$$z = -1,8896 - 0,4665 \cdot Kp + 0,1423 \cdot v \quad (11)$$

Dari dua kali pengujian, akurasi data tes menggunakan parameter aktivitas matahari dan kecepatan memiliki akurasi lebih tinggi dari parameter aktivitas geomagnet dan kecepatan. Akurasi dari data latih kedua pengujian memiliki nilai akurasi yang kurang lebih beda nilai dibelakang koma. Hasil dari figur prediksi menunjukkan program melakukan prediksi berdasarkan besar nilai untuk beberapa poin data.

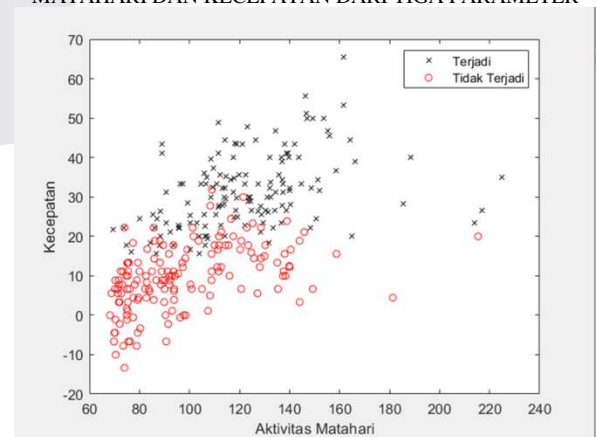
C. Pengujian Program Dengan Tiga Parameter

Pengujian selanjutnya akan dilakukan dengan tiga parameter dan parameter yang digunakan adalah aktivitas matahari, aktivitas geomagnet, dan kecepatan. Figur dengan tiga parameter akan ditampilkan dengan dua parameter untuk memudahkan melihat figur. Parameter akan difokuskan terhadap kecepatan.



GAMBAR 24

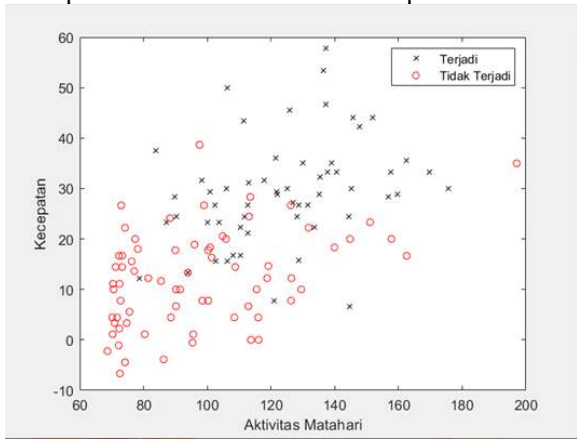
GRAFIK DATA LATIH OBSERVASI PARAMETER AKTIVITAS MATAHARI DAN KECEPATAN DARI TIGA PARAMETER



GAMBAR 25

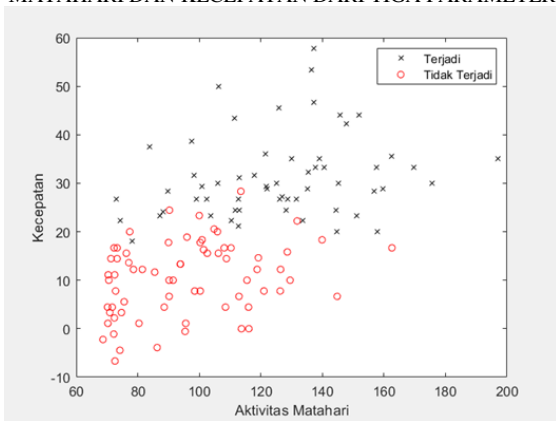
GRAFIK DATA LATIH PREDIKSI PARAMETER AKTIVITAS MATAHARI DAN KECEPATAN DARI TIGA PARAMETER

Pada grafik observasi data latih, poin data horizontal menunjukkan aktivitas matahari dan poin data vertikal menunjukkan kecepatan. Hasil grafik pada prediksi menunjukkan hasil prediksi yang salah memprediksi tidak terjadi sintilasi lebih banyak di kecepatan di bawah 20 m/s. Kesalahan prediksi lain terjadi dengan memprediksi terjadi sintilasi lebih banyak di kecepatan di atas 20 m/s. Aktivitas matahari indeks F10,7 sebesar berapapun tidak ada pengaruh karena program melakukan prediksi yang salah di atas kecepatan 20 m/s dan di bawah kecepatan 20 m/s.



GAMBAR 26

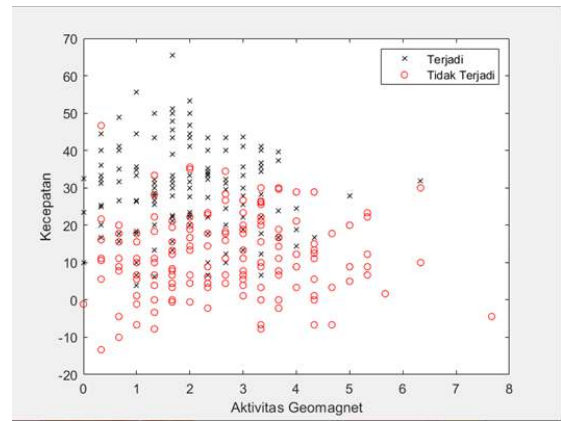
GRAFIK DATA TES OBSERVASI PARAMETER AKTIVITAS MATAHARI DAN KECEPATAN DARI TIGA PARAMETER



GAMBAR 27

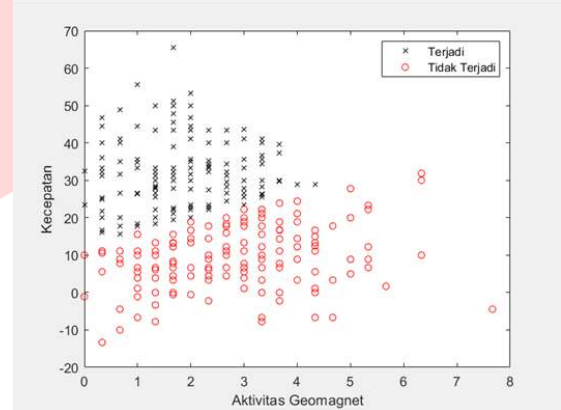
GRAFIK DATA TES PREDIKSI PARAMETER AKTIVITAS MATAHARI DAN KECEPATAN DARI TIGA PARAMETER

Pada grafik observasi data tes, poin data horizontal menunjukkan aktivitas matahari dan poin data vertikal menunjukkan kecepatan. Hasil grafik pada prediksi menunjukkan hasil prediksi yang salah memprediksi tidak terjadi sintilasi lebih banyak di kecepatan di bawah 20 m/s. Kesalahan prediksi lain terjadi dengan memprediksi terjadi sintilasi lebih banyak di kecepatan di atas 20 m/s. Aktivitas matahari indeks F10,7 sebesar berapapun tidak ada pengaruh karena program melakukan prediksi yang salah di atas kecepatan 20 m/s dan di bawah kecepatan 20 m/s.



GAMBAR 28

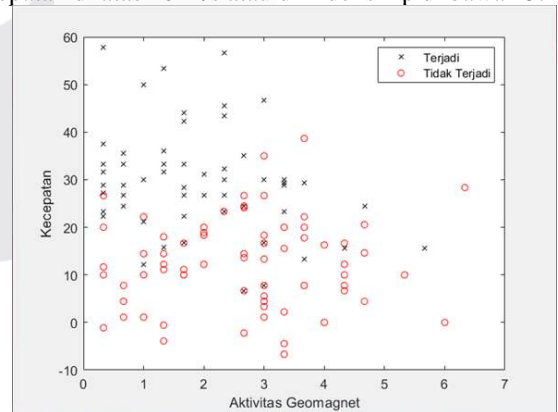
GRAFIK DATA LATIH OBSERVASI PARAMETER AKTIVITAS GEOMAGNET DAN KECEPATAN DARI TIGA PARAMETER



GAMBAR 29

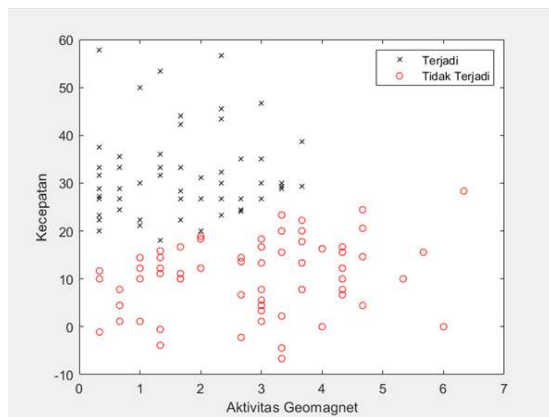
GRAFIK DATA LATIH PREDIKSI PARAMETER AKTIVITAS GEOMAGNET DAN KECEPATAN DARI TIGA PARAMETER

Pada grafik observasi data latih, poin data horizontal menunjukkan aktivitas geomagnet dan poin data vertikal menunjukkan kecepatan. Hasil grafik pada prediksi menunjukkan hasil prediksi yang salah memprediksi tidak terjadi sintilasi lebih banyak di kecepatan di bawah 20 m/s atau di indeks Kp di atas 5. Kesalahan prediksi lain terjadi dengan memprediksi terjadi sintilasi lebih banyak di kecepatan di atas 20 m/s atau di indeks Kp di bawah 5.



GAMBAR 30

GRAFIK DATA TES OBSERVASI PARAMETER AKTIVITAS GEOMAGNET DAN KECEPATAN DARI TIGA PARAMETER



GAMBAR 31

GRAFIK DATA TES PREDIKSI PARAMETER AKTIVITAS GEOMAGNET DAN KECEPATAN DARI TIGA PARAMETER

Pada grafik observasi data tes, poin data horizontal menunjukkan aktivitas geomagnet dan poin data vertikal menunjukkan kecepatan. Hasil grafik pada prediksi menunjukkan hasil prediksi yang salah memprediksi tidak terjadi sintilasi lebih banyak di kecepatan di bawah 20 m/s atau di indeks Kp di atas 3,3. Kesalahan prediksi lain terjadi dengan memprediksi terjadi sintilasi lebih banyak di kecepatan di atas 20 m/s atau di indeks Kp di bawah 3,3.

Dari percobaan tersebut akurasi latihan yang didapatkan sebesar 78,9298%, sedangkan akurasi tes yang didapatkan sebesar 82,0313%, cukup tinggi untuk bisa melakukan prediksi dengan parameter tersebut. Nilai yang theta yang didapatkan dari data latihan adalah $[-1,8976;0,0001;-0,4667;0,1422]$. Rumus prediktor dengan nilai theta sebagai berikut.

$$z = -1,8896 + 0,0001 \cdot F10,7 - 0,4667 \cdot Kp + 0,1422 \cdot v \quad (12)$$

Nilai theta dari aktivitas matahari indeks F10,7 bisa dijadikan kosong karena memiliki nilai theta yang sangat kecil jadi tidak berpengaruh ke perhitungan. Hasil pengujian dengan tiga parameter memiliki akurasi yang sama dengan pengujian dua parameter aktivitas geomagnet dan kecepatan.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari pengujian tersebut, program mampu melakukan pemodelan untuk memprediksi apakah terjadi sintilasi ionosfer atau tidak. Nilai harga perhitungan yang didapatkan sebesar 0,6931. Kekurangan dari pemodelan ini menghasilkan prediksi berdasarkan besar nilai parameter. Pemodelan melakukan prediksi seakan melakukan pengelompokan berdasarkan besar nilai parameter dengan batas nilai yang berbeda dari beberapa pengujian. Parameter yang paling berpengaruh dalam memprediksi yaitu kecepatan. Pemodelan ini memprediksi terjadi sintilasi apabila kecepatan di atas 20 m/s atau 15 m/s untuk skenario lain. Pemodelan ini memprediksi tidak terjadi sintilasi apabila kecepatan di bawah 20 m/s atau 15 m/s untuk skenario lain. Parameter aktivitas geomagnet juga berpengaruh dalam pengelompokan prediksi dari dua dan tiga parameter dengan batas di atas 2,7; 3,2; 5; atau 3,7 menghasilkan prediksi terjadi sintilasi. Pengelompokan dengan batas di bawah 2,7; 3,2; 5; atau 3,7 menghasilkan prediksi tidak terjadi sintilasi. Parameter aktivitas matahari saat dilakukan pengujian dengan kecepatan tidak

berpengaruh dalam pengelompokan prediksi, hanya kecepatan yang berpengaruh.

TABEL 2
AKURASI DARI SEMUA HASIL PENGUJIAN

Parameter	Akurasi Latihan	Akurasi Tes
v	78,2609%	84,3750%
F10,7	66,8896%	67,9688%
Kp	60,8696%	60,1563%
F10,7 & v	78,2609%	84,3750%
Kp & v	78,9298%	82,0313%
F10,7, Kp, & v	78,9298%	82,0313%

Hasil dari tabel 5.1, akurasi dari prediksi dengan parameter aktivitas geomagnet indeks Kp sendiri memiliki nilai yang paling kecil dibandingkan parameter lain. Parameter aktivitas matahari indeks F10,7 memiliki nilai akurasi yang lebih tinggi dari aktivitas geomagnet. Percobaan dengan satu parameter, kecepatan memiliki akurasi yang lebih tinggi dari dua parameter lainnya. Parameter kecepatan dengan akurasi yang lebih tinggi membuat pengujian dengan dua parameter terhadap kecepatan menjadi ikut tinggi. Parameter kecepatan dan aktivitas matahari memiliki akurasi yang lebih besar dibandingkan dengan parameter kecepatan dan aktivitas geomagnet. Pengujian model dengan tiga parameter memiliki akurasi yang sama dengan pengujian dua parameter kecepatan dan aktivitas geomagnet. Pengujian dengan tiga parameter nilai koefisien pada parameter aktivitas matahari memiliki nilai yang sangat kecil sehingga nilai koefisien bisa dianggap tidak ada dan hasil perhitungan dengan aktivitas matahari tetap kosong. Pengujian tiga parameter tanpa aktivitas matahari membuat pengujian jadi mirip dengan dua parameter kecepatan dan aktivitas matahari.

REFERENSI

- [1] Ekawati Sri, "Efek Sintilasi Ionosfer Terhadap Gangguan Komunikasi Satelit," *Berita Dirgantara*, vol. 11. No. 4 pp. 106-112, Desember 2010.
- [2] Piubati N. Roci, Warsito Ali, Husin Asnawi, "Analisis Perbandingan Kemunculan Sintilasi Ionosfer di Kuprang Dan Darwin," *Jurnal Fisika*, Vol.3, No. 1, pp.21-29, April 2018
- [3] Ekawati, Sri & Anggarani, Sefria & Marlia, Dessi. (2017). "Perbandingan Karakteristik Aktivitas Sintilasi Ionosfer Di Atas Manado, Pontianak Dan Bandung Dari Data Penerima Gps," *Jurnal Sains Dirgantara*. 14. 1. 10.30536/j.jsd.2016.v14.a2330.
- [4] Li, X.; Zhou, C.; Tang, Q.; Zhao, J.; Zhang, F.; Xia, G.; Liu, Y. Forecasting Ionospheric foF2 Based on Deep Learning Method. *Remote Sens.* 2021, 13, 3849. <https://doi.org/10.3390/rs13193849>
- [5] Reddy, Venkat & Reddy, P. . "Impact Due To Sunspot Activity on Climate Change: Some Salient Results," *International Journal of Earth Sciences and Engineering*, Vol. 09, No. 01, February 2016
- [6] Taylor, H.; Vreugdenburg, M.; Sangalli, L.; Vincent, R. RMCSat: An F10.7 Solar Flux Index CubeSat Mission. *Remote Sens.* 2021, 13, 4754. <https://doi.org/10.3390/rs13234754>
- [7] Matzka, J., Stolle, C., Yamazaki, Y., Bronkalla, O., & Morschhauser, A. (2021). The geomagnetic Kp index and

derived indices of geomagnetic activity. *Space Weather*, 19, e2020SW002641. <https://doi.org/10.1029/2020SW002641>

[8] D. P. Nade, S. S. Potdar, and R. P. Pawar, "Study of Equatorial Plasma Bubbles Using ASI and GPS Systems", in *Geographic Information Systems in Geospatial Intelligence*. London, United Kingdom: IntechOpen, 2020 [Online]. Available: <https://www.intechopen.com/chapters/67938> doi: 10.5772/intechopen.85604

[9] Natchalee Srimaneekarn, Anthony Hayter, Wei Liu, Chanita Tantipoj, "Binary Response Analysis Using Logistic Regression in Dentistry", *International Journal of Dentistry*, vol. 2022, Article ID 5358602, 7 pages, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/5358602>

[10] LaValley Michael P, "Logistic Regression", *Circulation*, vol. 117. Issue 18 pp. 2395–2399, Mei 2008 <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.682658>

[11] Park, Hyeoun-Ae "An Introduction to Logistic Regression: From Basic Concepts to Interpretation with Particular Attention to Nursing Domain," *J Korean Acad Nurs*, Vol.43 No.2 April 2013. <https://doi.org/10.4040/jkan.2013.43.2.154>

[12] S. Santoso, "Model Logit (Logistic Regression) Sebagai Model Probabilitas Linier Alternatif, Dalam Contoh Aplikasi Teknik Industri", *JTI*, vol. 2, no. 1, pp. 59–64, May 2010.

[13] Peng Chao-Ying Joanne, Lee Kuk Lida, Ingersoll Gary M. "An Introduction to Logistic Regression Analysis and Reporting", *The Journal of Educational Research*, Vol. 96 No. 1 Oktober 2002.

[14] Tapping, K. F. (2013), The 10.7 cm solar radio flux (F10.7), *Space Weather*, 11, 394–406, doi:10.1002/swe.20064

[15] Takahashi Kazue, Toth Bruce A., Olson John V., "An automated procedure for near-real-time Kp estimates," *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, vol. 106. Issue A10 pp. 21017-21032, Oktober 2010.