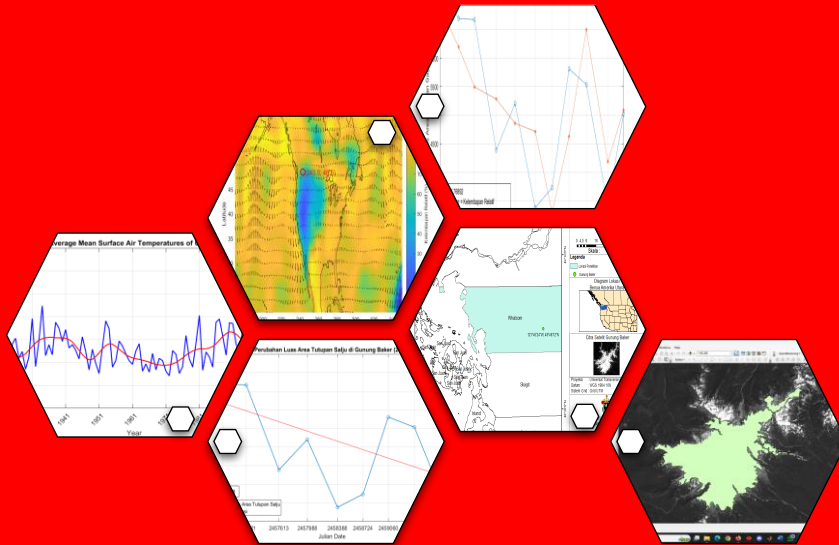


PEMODELAN PENGARUH FAKTOR CUACA TERHADAP LUAS AREA TUTUPAN SALJU (SNOW COVER) DI PUNCAK GUNUNG BAKER



ABDUL CHOLIS
H061 20 1047



PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024

**ABDUL CHOLIS
H061 20 1047**



**PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**PEMODELAN PENGARUH FAKTOR CUACA TERHADAP LUAS AREA
TUTUPAN SALJU (SNOW COVER) DI PUNCAK GUNUNG BAKER**

**ABDUL CHOLIS
H061 20 1047**

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Geofisika

pada

**PROGRAM STUDI GEOFIKA
DEPARTEMEN GEOFIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI**PEMODELAN PENGARUH FAKTOR CUACA TERHADAP LUAS AREA
TUTUPAN SALJU (SNOW COVER) DI PUNCAK GUNUNG BAKER**

yang telah disusun dan diajukan oleh

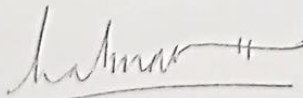
ABDUL CHOLIS
H061 20 1047

Skripsi,

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian Sarjana Geofisika pada tanggal
bulan tahun dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada 16 Agustus 2024

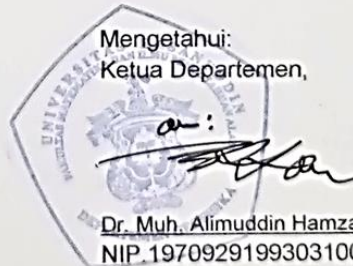
Program Studi Geofisika
Departemen Geofisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:
Pembimbing Tugas Akhir,



Prof. Dr. Halmar Halide, M.Sc
NIP. 196303151987101001

Mengetahui:
Ketua Departemen,



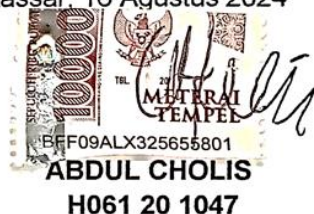
Dr. Muh. Alimuiddin Hamzah Assegaf, M.Eng.
NIP. 19709291993031003

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Pemodelan Pengaruh Faktor Cuaca Terhadap Luas Area Tutupan Salju (Snow Cover) Di Puncak Gunung Baker" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Prof. Dr. Halmar Halide, M.Sc sebagai Pembimbing Utama. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 16 Agustus 2024



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT. atas rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana di Departemen Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan baik tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Sebelumnya izinkan penulis mengucapkan terimakasih sedalam-dalamnya kepada Orang Tua tercinta, Ayahanda **Imaduddin Murdifin** dan Ibunda **Rachmi Faried**, kakak dan adik tersayang **Siti Nurhilmi**, **Siti Nurhilal**, **Sitti Nur Afifah U.A.**, **Sitti Nur Azizah U.A.** dan **Muhammad Aulian Razka R.** serta seluruh keluarga besar penulis yang selalu memberikan dukungan moril maupun material, doa, dan kasih sayang yang tiada hentinya untuk penulis.

Pada kesempatan ini, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Halmar Halide, M.Sc** selaku Pembimbing yang telah berkenan memberikan bimbingan, bantuan, kepercayaan yang sangat berarti dan memberikan motivasi penulis hingga terselesaikannya skripsi ini.
2. Bapak **Dr. Muh Hamzah S, S.Si., MT.** dan Bapak **Andika, S.Si., M.Si.** selaku Dosen Penguji Penulis yang memberikan kritik dan saran kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak **Dr. Eng. Amiruddin, M.Si.** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.
4. Bapak **Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng** selaku Ketua Departemen Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.
5. Seluruh Dosen Departemen Geofisika, Staf Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, dan Staf Departemen Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin atas semua ilmu yang telah diajarkan, serta pelayanan dan bantuan yang diberikan kepada penulis.
6. Rekan-rekan seangkatan **Geofisika 2020** atas kebersamaannya dari maba hingga sekarang. Terkhususnya untuk akhiran **NIM 006, 045, 041, 004 dan 055.**
7. Teman-teman **Kuliah Kerja Nyata Tematik Bantaeng Gelombang 110 (KKNT Bantaeng Gel.110).** Terkhususnya untuk teman-teman posko 12, **Firmansyah Jaya Kusuma, Farhan Tahir, A. Dini Syalsyabila M., Nur Hikmah, Yeni Simanullang** dan **Nadila Salsabila E., S.P.** untuk pengalaman dan hal-hal yang diberikan kepada penulis.
8. **Miharu Idhan Fikriansyah** dan **Fareal Eka Azariq** sebagai sahabat penulis sejak menduduki bangku sekolah menengah pertama (SMP) yang selalu memberikan semangat, dukungan, nilai pertemanan dan cerita hidup selama kurang lebih 10 tahun hingga seterusnya kepada penulis. Kedua

sosok ini adalah sosok yang sama berharganya dengan keluarga di hati penulis.

9. **Guntur Dwi Putra**, teman baik penulis sejak memulai perjalanan di bangku perkuliahan yang selalu menjadi ada dengan segala semangat, dukungan, kebaikan dan pembelajaran yang diberikan kepada penulis. Terlebih lagi bantuan yang diberikan di masa sulit penyusunan skripsi penulis.
10. **Arpah**, teman baik penulis yang kerap kali berinteraksi dengan penulis, terkhususnya untuk dukungan pada masa sulit penyusunan skripsi penulis yang dihadapi hingga penyelesaian skripsi. Thanks for the emotion advice.
11. **'That Person'**, sosok yang penulis tak sanggup untuk sebutkan namanya, sosok yang menemani penulis dalam sekian fase perjalanan hidup penulis dimulai dari 2023 hingga 2024 yang senantiasa menjadi motivasi terbaik bagi penulis sekaligus pelajaran terbaik yang tak dapat penulis lupakan. Sosok yang akan selalu penulis doakan untuk setiap langkahnya dan ucapan terima kasih ini tak akan pernah cukup untuk penulis ekspresikan betapa pentingnya sosok ini.

serta kepada seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terima kasih untuk semuanya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna, sehingga dengan segala kerendahan hati penulis sangat mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun untuk memperbaiki kekurangan yang ada. Penulis pun tetap berharap agar tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi siapapun yang membacanya.

Makassar, 16 Agustus 2024
Penulis



Abdul Cholis

ABSTRAK

ABDUL CHOLIS. **Pemodelan Pengaruh Faktor Cuaca Terhadap Luas Area Tutupan Salju (Snow Cover) Di Puncak Gunung Baker**, (dibimbing oleh Prof. Dr. Halmar Halide, M.Sc).

Latar Belakang. Perubahan iklim menimbulkan ancaman yang signifikan terhadap keberlanjutan lapisan salju pegunungan. Studi ini menyelidiki pengaruh faktor cuaca terhadap penurunan luas area tutupan salju di puncak Gunung Baker, Washington, AS. Data untuk studi ini diperoleh dari tahun 2013 hingga 2023, yang mencakup variabel dependen (data lapisan salju) dan variabel independen (data faktor cuaca). **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk membangun model. Analisis deret waktu dan teknik regresi diterapkan untuk mengevaluasi kinerja model, termasuk koefisien korelasi antara model dan pengamatan, identifikasi faktor cuaca yang signifikan, dan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE).

Metode. Data untuk studi ini diperoleh dari tahun 2013 hingga 2023, yang mencakup variabel dependen (data lapisan salju) dan variabel independen (data faktor cuaca) menggunakan metode *Stepwise Multiple Regression*.

Hasil. Model mengidentifikasi 4 faktor cuaca yang signifikan. Seperti suhu, Kelembaban Relatif (RH), Kecepatan Angin, dan Arah Angin. Plot regresi mengonfirmasi hubungan antara faktor cuaca yang signifikan ini dan dinamika lapisan salju. Model memilih satu faktor cuaca yang paling signifikan berdasarkan nilai korelasi. Validasi model menggunakan koefisien korelasi Pearson dan RMSE menunjukkan kinerja yang memuaskan. Kelembaban Relatif muncul sebagai faktor cuaca paling signifikan yang berkontribusi terhadap penipisan tutupan salju, dengan nilai signifikansi sebesar 0.00567684 untuk tutupan salju ($r = 0.76892$) dan RMSE sebesar 832.

Kesimpulan. Penelitian ini menunjukkan bahwa model yang dihasilkan dapat menganalisis dan menganalisa pengaruh faktor cuaca terhadap penurunan tutupan salju di Gunung Baker, dengan melihat pentingnya Kelembaban Relatif sebagai faktor signifikan dalam penelitian ini guna memahami dan memprediksi dinamika tutupan salju dalam kondisi perubahan iklim yang ada.

Kata kunci: Kelembaban Relatif, Faktor Cuaca, Perubahan Iklim, Tutupan Salju, Regresi Berganda Stepwise

ABSTRACT

ABDUL CHOLIS. **Modeling The Influence Of Weather Factors On The Area Of Snow Cover On The Peak Of Mount Baker** (supervised by Prof. Dr. Halmar Halide, M.Sc).

Background. Climate change poses a significant threat to the sustainability of mountain snowpacks. This study investigates the influence of weather factors on snow cover depletion at Mount Baker summit, Washington, USA. Data for this study was obtained from 2013 to 2023, encompassing dependent variables (snow cover data) and independent variables (weather factor data).

Objective. This study aims to determine the to construct the model. Time series analysis and regression techniques were applied to evaluate the model's performance, including correlation coefficients between the model and observations, identification of significant weather factors, and Root Mean Square Error (RMSE) values.

Method. This study uses snow cover data from the USGS catalogs for the period 2013 – 2023 as dependent variable and weather factor data from the NASA POWER and NOAA catalogs for the periode 2013 – 2023 as independent variables, such as temperature, Relative Humidity (RH), Wind Speed, and Wind Direction. It uses Stepwise Multiple Regression method to construct the model.

Results. The model identified 4 significant weather factors. Such as temperature, Relative Humidity (RH), Wind Speed, and Wind Direction. The regression plot confirmed the relationship between these significant weather factors and snowpack dynamics. The model selected one most significant weather factor based on the correlation value. Model validation using Pearson correlation coefficient and RMSE showed satisfactory performance. Relative Humidity emerged as the most significant weather factor contributing to snow cover thinning, with a significance value of 0.00567684 for snow cover ($r = 0.76892$) and an RMSE of 832.

Conclusion. This study shows that the resulting model can analyze and analyze the influence of weather factors on the decline in snow cover on Mount Baker, by looking at the importance of Relative Humidity as a significant factor in this study to understand and predict snow cover dynamics under existing climate change conditions.

Keywords: Relative Humidity, Weather Factors, Climate Change, Snow Cover, Stepwise Multiple Regression

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SKRIPSI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Dan Manfaat	2
1.2.1 Tujuan.....	2
1.2.2 Manfaat.....	2
1.3 Landasan Teori.....	2
1.3.1 Iklim Regional Washington	2
1.3.2 Karakteristik Gunung Baker dan Tutupan Salju.....	4
1.3.3 Faktor Cuaca	5
1.3.3.1 Kelembapan Relatif.....	6
1.3.3.2 Suhu Udara.....	7
1.3.3.3 <i>Wind Direction</i>	7
1.3.3.4 <i>Wind Speed</i>	9
1.3.3.5 Curah Hujan.....	9
1.3.4 Model <i>Multiple Regression</i> (MR).....	11
1.3.5 Metode <i>Stepwise</i>	13
1.3.6 Korelasi Pearson	14
1.3.7 <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	15
BAB II	16
METODE PENELITIAN	16
2.1 Lokasi Penelitian.....	16
2.2 Alat dan Bahan	16
2.2.1 Alat.....	16
2.2.2 Bahan	17

2.3 Pengumpulan Data	18
2.4 Pengolahan Data	19
2.5 Bagan Alir Penelitian	20
BAB III.....	21
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
3.1 Prediktor Signifikan.....	21
3.2 Nilai Konstanta (α) dan Koefisien (b)	21
3.3 Model Pengaruh Prediktor Signifikan terhadap Perubahan Luas Area Tutupan Salju.....	22
3.4 Verifikasi Prediksi Nilai Korelasi Pearson (r) dan RMSE.....	23
3.5 Tren Perubahan Luas Area Tutupan Salju.....	Error! Bookmark not defined.
3.6 Overlay Luas Area Tutupan Salju dan Kelembapan Relatif	24
3.7 Laju Perubahan Luas Area Tutupan Salju	25
3.8 Rata-rata dan Pola Curah Hujan.....	26
3.9 Peta Spasial Kelembapan Relatif dan Vektor Angin	26
BAB IV.....	29
KESIMPULAN	29
DAFTAR PUSTAKA.....	30
LAMPIRAN.....	30

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1** Grafik Suhu Udara Permukaan Rata-rata Tahunan Wilayah Amerika Serikat
- Gambar 2** Sebaran *Glacier* Gunung Baker
- Gambar 3** Jenis-jenis Pola Curah Hujan, (a) Ekuatorial, (b) Lokal, (c) Monsoonal
- Gambar 4** Tipe-tipe Pola Curah Hujan, (a) tipe Monsoonal, (b) tipe Ekuatorial, (c) tipe Lokal
- Gambar 5** Lokasi Penelitian
- Gambar 6** Bagan Alir Penelitian
- Gambar 7** Model Pengaruh Kelembapan Relatif terhadap Perubahan Luas Area Tutupan Salju
- Gambar 8** Grafik Regresi Sederhana Prediktor Signifikan
- Gambar 9** Grafik Tren Perubahan Luas Area Tutupan Salju
- Gambar 10** Grafik Overlay Luas Area Tutupan Salju & Kelembapan Relatif
- Gambar 11** Grafik Laju Perubahan Luas Area Tutupan Salju
- Gambar 12** Grafik Rata-rata & Pola Curah Hujan
- Gambar 13** Peta Spasial Kelembapan Relatif dan Vektor Angin Tahunan

DAFTAR TABEL

- Tabel 1.** Klasifikasi Kecepatan Angin (knot) Menurut Skala Beaufort
Tabel 2. Klasifikasi Kecepatan Angin (m/s) Menurut Skala Beaufort
Tabel 3. Interpretasi Nilai Koefisien Korelasi
Tabel 4. Prediktor Signifikan Beserta Nilai Signifikan
Tabel 5. Prediktor Signifikan Beserta nilai Konstanta (a) dan Koefisien (b)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Istilah global warming atau biasa dikenali dengan pemanasan global merupakan peristiwa peningkatan suhu rata-rata bumi, hal ini mencakup pada daratan dan lautan yang diakibatkan oleh meningkatnya emisi gas rumah kaca pada lapisan atmosfer bumi (Andarini & Sudarti, 2023). Dinyatakan oleh Ainurrohmah & Sudarti (2022) bahwa perubahan yang muncul ini dengan jangka waktu yang panjang dapat diikuti dengan adanya perubahan iklim. Perubahan iklim sendiri merupakan perubahan jangka panjang yang memengaruhi kondisi iklim bumi. Kondisi ini dapat memberikan pengaruh yang besar di berbagai sektor kehidupan.

Karakteristik dari perubahan iklim ini dilihat pada pengamatan komprehensif tentang peningkatan suhu rata-rata bumi dan trend presipitasi yang diikuti dengan komponen lainnya, seperti level tekanan dan kelembapan di permukaan bumi. Perubahan iklim pula ialah sesuatu hal yang diperhatikan oleh negara di dunia (Abbass dkk., 2022).

Dijelaskan oleh Riedel dkk (2015) bahwa pada daerah Washington, Amerika Serikat, Amerika Utara telah terjadi perubahan signifikan selama 50 tahun terakhir yang mana dikutip dari Rasmussen & Conway pada tahun 2001 oleh Riedel dkk (2015) mengenai peningkatan suhu rata-rata sebesar 1°C dari tahun 1948 – 1996. Hal tersebut diikuti dengan peningkatan suhu rata-rata periode JFM sebesar 3°C. Peningkatan suhu yang signifikan ini dinilai memengaruhi snow cover atau tutupan salju pada pegunungan daerah Washington.

Selain itu, menurut Sulistinah & Kuspriyanto (2019) dalam tulisannya bahwa karakteristik iklim pada daerah Washington yang terletak pada Amerika Utara juga memiliki variasi iklim subtropis, arktik dan subarktik dengan dampak dari perubahan iklim dapat berupa curah hujan yang tidak teratur, angin ribut, tornado, hujan es dan badai salju dengan suhu terdingin dapat mencapai -20°C.

Dalam report book yang ditulis oleh Pelto (2015) dijelaskan bahwa kondisi iklim pada daerah North Cascades, terkhusus pada Gunung Baker, Washington. Iklimnya ialah iklim maritim, sekitar 80% curah hujan di daerah ini terjadi selama musim akumulasi (Oktober–April) ketika North Cascades berada di jalur akhir lintasan badai yang melintasi Samudra Pasifik. Rata-rata curah hujan tahunan untuk basin adalah 3,3 m. Ketinggian yang lebih rendah dari basin menerima rata-rata curah hujan 1,8 m, sedangkan lereng Gunung Baker menerima lebih dari 3,8 m total curah hujan per tahun, sebagian besar berupa salju di musim dingin. Salju adalah jenis presipitasi utama di atas ketinggian 800 m, mulai bulan November hingga April. Kombinasi pegunungan dan curah hujan tinggi ini menghasilkan akumulasi salju tahunan rata-

rata yang luar biasa besar. Akumulasi salju ini sangat penting untuk pembentukan dan pemeliharaan glacier di wilayah tersebut.

Studi penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Pelto & Brown (2012). Pada penelitiannya lebih meluas pada glaciers dan snow cover secara menyeluruh pada wilayah Gunung Baker. Pada periode 1990-2010 telah terjadi penurunan cukup signifikan pada jumlah glaciers dan snow cover dari total luas Gunung Baker, yakni diestimasikan luasnya 38.6 km² dengan elevasi dari 3250 – 1320 m. Penurunannya sebesar 12 – 20% selama periode terkait. Berdasarkan literatur tentang apa yang ditemukan oleh studi sebelumnya yang berkaitan, studi penelitian pada tulisan ini dilakukan di wilayah Washington, North Cascades, yakni di Puncak Gunung Baker, untuk mendapatkan penilaian yang lebih lengkap mengenai fenomena pengurangan luas tutupan salju di Amerika Utara. Dengan mengumpulkan, menganalisis dan membandingkan citra landsat historis dari Gunung Berapi Baker, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perubahan ukuran area yang tertutup salju berdasarkan ketersediaan data yang mencakup jangka waktu sekitar 11 tahun. Kemudian mengidentifikasi korelasi antara perubahan luas tutupan salju dengan pengaruh faktor cuaca menggunakan Stepwise Multiple Regression (MR).

1.2 Tujuan Dan Manfaat

1.2.1 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat model faktor cuaca signifikan terhadap perubahan luas area tutupan salju di Gunung Baker menggunakan Stepwise Multiple Regression (MR).
2. Menganalisis hubungan antara pengaruh faktor cuaca dengan fenomena perubahan luas area tutupan salju di Gunung Baker.

1.2.2 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

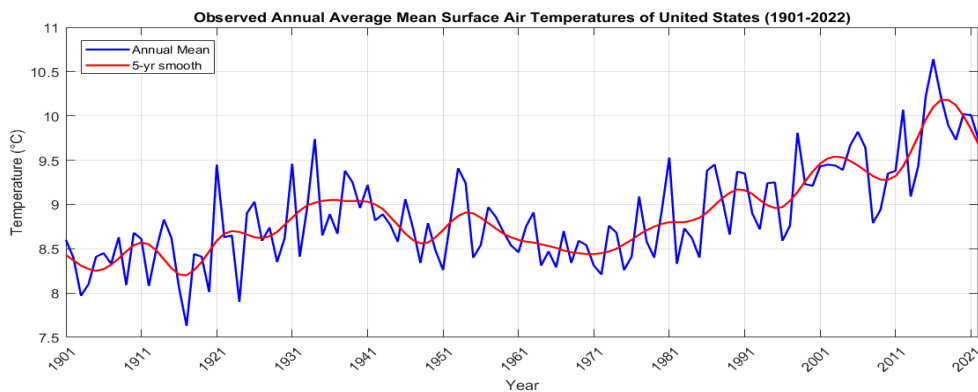
1. Grafik Model Prediksi untuk mengetahui prediksi, tren beserta faktor yang memengaruhi perubahan luas area tutupan salju pada daerah Gunung Baker.
2. Peta Spasial Prediktor Signifikan & Vektor Angin untuk mengetahui distribusi dari sebaran prediktor signifikan dan vektor anginnya yang memberikan pengaruh terhadap perubahan luas area tutupan salju

1.3 Landasan Teori

1.3.1 Iklim Regional Washington

Iklim di Amerika Serikat sangat beragam, mulai dari kondisi tropis di Florida selatan dan Hawaii hingga kondisi arktik dan alpine di Alaska dan melintasi Pegunungan Rocky. Suhu di wilayah kontinental Amerika Serikat menunjukkan gradien yang kuat

di seluruh wilayah dan musim, dari suhu yang sangat tinggi di negara bagian pantai selatan di mana suhu rata-rata tahunan melebihi 21°C.



Gambar 1. Grafik Suhu Udara Permukaan Rata-rata Tahunan Wilayah Amerika Serikat (The World Bank Group, 2021)

Grafik di atas merepresentasikan kondisi suhu udara permukaan rata-rata tahunan di wilayah Amerika Serikat. Pada bagian utara negara Amerika Serikat hingga perbatasan Kanada memiliki kondisi iklim yang lebih dingin, dengan perbedaan musiman mencapai 50°C dan 10°C, masing-masing, antara musim panas dan musim dingin di Great Plains bagian utara (The World Bank Group, 2021).

Washington merupakan wilayah di Amerika Utara dengan jumlah gunung stratovolcano sebanyak 5 gunung, salah satunya ialah Gunung Baker dengan aktivitas vulkanik yang cukup banyak (Diefenbach dkk., 2015). Letak Washington sendiri berada di antara Samudra Pasifik dan Pegunungan Rocky, dengan Pegunungan Cascade dan Olympic membelah wilayahnya, Barat Laut Amerika Serikat memiliki iklim mirip Mediterania dengan musim dingin yang relatif basah dan musim panas yang kering. Pegunungan meningkatkan curah hujan musim dingin, dengan beberapa lokasi terbasah di Amerika Utara berada di lereng barat Pegunungan Olympic. Di sana, curah hujan tahunan melebihi 5 m. Sebaliknya, sisi timur Pegunungan Cascade jauh lebih kering, dengan kondisi seperti gurun yang terjadi di dataran tinggi pedalaman Columbia Basin, di mana curah hujan tahunan bisa kurang dari 20.3 cm (Snover, Glick, dkk., 2013). Di dalam report yang dikeluarkan oleh Climate Impacts Group dari University of Washington, Snover dkk (2013) bahwa kondisi iklim Washington dapat dilihat dari peningkatan suhu rata-rata di Washington sebesar $\pm 1^\circ\text{C}$ sejak akhir abad ke-19 dengan tren yang terus meningkat, penurunan volume glacier meningkatkan risiko kekurangan air, curah hujan ekstrem (saat musim dingin meningkat, saat musim kemarau menurun).

Kondisi iklim di wilayah Amerika Utara dipengaruhi oleh suatu pola atmosfer berskala besar yang disebut Pasific North America (PNA). PNA merupakan salah satu modus variabilitas frekuensi rendah yang paling menonjol di daerah ekstratropis Belahan Bumi Utara. Fase positif dari pola PNA ditandai dengan ketinggian di atas

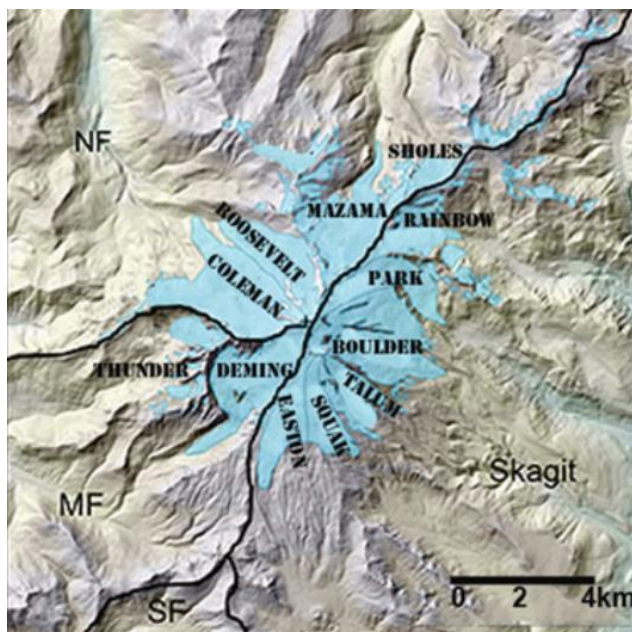
rata-rata di sekitar Hawaii dan di wilayah pegunungan Amerika Utara, serta ketinggian di bawah rata-rata yang terletak di selatan Kepulauan Aleutian dan di wilayah tenggara Amerika Serikat. Pola PNA dikaitkan dengan fluktuasi kuat dalam kekuatan dan lokasi aliran jet Asia Timur. Fase positif dikaitkan dengan aliran jet Asia Timur yang menguat dan dengan pergeseran ke arah timur wilayah keluarnya jet menuju wilayah barat Amerika Serikat. Fase negatif dikaitkan dengan penarikan mundur aliran jet tersebut ke arah barat menuju Asia Timur, aktivitas pemblokiran di lintang tinggi Pasifik Utara, dan konfigurasi aliran terbagi yang kuat di Pasifik Utara bagian tengah. Fase positif dari pola PNA dikaitkan dengan suhu di atas rata-rata di Kanada bagian barat dan wilayah barat ekstrem Amerika Serikat, serta suhu di bawah rata-rata di seluruh wilayah selatan-tengah dan tenggara Amerika Serikat. PNA cenderung memiliki sedikit dampak pada variabilitas suhu permukaan di Amerika Utara selama musim panas. Anomali curah hujan yang terkait meliputi total di atas rata-rata di Teluk Alaska yang meluas ke barat laut Pasifik Amerika Serikat, dan total di bawah rata-rata di wilayah Midwest bagian atas Amerika Serikat (National Oceanic and Atmospheric Administration & Climate Prediction Center Internet Team, 2012).

Dijelaskan dalam tulisannya, Lopez & Kirtman (2019) menyatakan bahwa El Niño Southern Oscillation (ENSO) memberikan pengaruh pada Pasific North America (PNA). Seperti perubahan suhu laut dapat memengaruhi pola tekanan atmosfer dan pola PNA dan perubahan pola angin yang memengaruhi aliran jet kutub dan pola PNA.

1.3.2 Karakteristik Gunung Baker dan Tutupan Salju

Gunung Baker merupakan gunung berapi di pegunungan North Cascades dengan glasiasi terbanyak kedua di negara bagian Washington setelah Gunung Rainier, dengan luas sekitar 38,6 km² yang tertutup oleh glacier. Letak astronomis dari gunung Baker adalah 48°46'12" N dan 121°45'24" W dengan ketinggian 3.286 m (10.781 kaki) di atas permukaan air laut. Secara umum, glacier Gunung Baker telah menyusut sejak akhir LIA (Little Ice Age). Morena lateral berukuran besar atau yang dikenal dengan endapan batuan, kerikil, pasir yang tertinggal di sisi glacier yang bergerak, menjadi hal yang menandai batas wilayah glacier pada masa maksimum LIA. Sebagai respons terhadap perubahan iklim regional, glacier menyusut dengan cepat antara tahun 1930 dan 1945, kemudian maju antara tahun 1945 dan 1980, dan sebagian besar telah menyusut lagi sejak 1980. Diperkirakan bahwa glacier di Gunung Baker, dibandingkan dengan luasnya pada tahun 1960, akan berkurang luasnya kisaran 50%- 100% pada tahun 2100 (Schwat dkk., 2023). Little Ice Age (LIA) sendiri dijelaskan oleh Matthes dalam Oliva dkk (2018) bahwa LIA merupakan zaman glasiasi yang terjadi kurang lebih 4000 tahun. Istilah ini muncul dengan tujuan untuk menonjolkan bukti adanya fluktuasi glacier yang lebih besar beberapa abad terakhir, zaman ini berlanjut hingga munculnya tren pemanasan global pada paruh kedua abad ke-19.

Gunung Baker pernah tercatat menerima rekor akumulasi salju tahunan dunia sebesar 28,55 m pada tahun 1999. Rata-rata, Gunung Baker menerima 13,5 m akumulasi salju setiap musim dingin. Kedalaman salju maksimum di Gunung Baker biasanya mencapai 4,5 m, diukur pada lokasi pengukuran di ketinggian 1.340 m. Pengamatan iklim di Pacific Northwest, Amerika Serikat, menunjukkan peningkatan suhu yang dipercepat selama periode 1970–2012, yaitu sekitar 0,2°C per dekade. Suhu di North Cascades juga meningkat sepanjang abad ke-20. Rata-rata, wilayah tersebut menghangat sekitar 0,6°C. pemanasan terbesar terjadi selama musim dingin. Dari tahun 1980 hingga 2012, pemanasan paling kuat terjadi di musim dingin dan musim panas, tanpa tren peningkatan suhu pada waktu musim semi (Pelto, 2015).



Gambar 2. Sebaran Glacier Gunung Baker (Pelto, 2015)

1.3.3 Faktor Cuaca

1.3.3.1 Kelembapan Udara

Kelembapan udara merupakan salah satu faktor cuaca yang menyatakan banyaknya jumlah kadar uap air yang ada di dalam udara atau atmosfer. Kelembapan umumnya dikenal dengan beberapa istilah, seperti kelembapan mutlak yang merupakan massa uap air dalam satu satuan udara, kelembapan jenis ini dinyatakan dalam gram/m³. Selanjutnya terdapat istilah kelembapan spesifik, yakni perbandingan massa uap air di dalam udara dengan satuan massa udara yang dinyatakan dengan gram/kg. Kemudian ada yang dikenal dengan kelembapan relatif, kelembapan ini ialah perbandingan jumlah uap air di udara dengan jumlah maksimum dari uap air yang dikandung udara pada temperatur atau suhu tertentu

dan dinyatakan dalam %. Untuk angka kelembapan relatif sendiri berada pada rentang 0-100%. Angka 0% menandakan bahwa udara kering, sedangkan 100% menandakan bahwa udara jenuh dengan uap air yang berkemungkinan terjadinya titik-titik air. Setelah kelembapan relatif, terdapat kelembapan nisbi yang merupakan besaran untuk menyatakan kelembapan udara. Kelembapan nisbi ini pula berubah sesuai dengan tempat dan waktu, saat menjelang tengah hari kelembapan nisbi berangsur menurun dan sore hingga pagi hari akan bertambah besar (Kartasapoetra dalam Miftahuddin, 2016).

Kelembapan relatif udara berkaitan dengan tekanan parsial uap air di udara. Pada kelembapan 100%, tekanan parsial sama dengan tekanan uap air, dan tidak ada lagi air yang dapat masuk ke fase uap. Jika tekanan parsial lebih kecil dari tekanan uap air, maka penguapan akan terjadi, karena kelembapan kurang dari 100%. Sebaliknya, jika tekanan parsial lebih besar dari tekanan uap air, kondensasi akan terjadi. Kapasitas udara untuk "menampung" uap air ditentukan oleh tekanan uap air itu sendiri dan tidak terkait dengan sifat-sifat udara. Persamaan untuk kelembapan relatif adalah sebagai berikut:

$$RH = \frac{\rho v}{\rho v s} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan:

RH : Kelembapan Relatif (%)

ρv : Vapor Density (g/m³)

$\rho v s$: Saturation Vapor Density (g/m³) (Urone dkk., 2013).

1.3.3.2 Suhu Udara

Suhu atau temperatur umumnya didefinisikan sebagai besaran untuk menyatakan ukuran derajat panas atau dingin pada suatu benda atau ruangan, suhu juga menjelaskan bahwa ukuran energi kinetik rata-rata yang dimiliki oleh molekul suatu benda. Suhu udara disebutkan sebagai keadaan panas atau dinginnya udara yang diukur menggunakan termometer dengan skala pengukur Celcius (C), Reamur (R) dan Fahrenheit (F). Pada pegunungan, setiap kali mendaki maka suhu udara akan terasa dingin jika ketinggian semakin bertambah. Hal ini biasanya dikenal sebagai gradien temperatur vertikal atau lapse rate yang mana terjadi pada saat kenaikan 100m dengan penurunan suhu rata-rata 0.6°C. Sedangkan untuk udara kering, lapse rate-nya adalah 1°C (Winarno dkk., 2019).

Suhu permukaan bumi telah mengalami kenaikan yang ditandai dengan pemanasan global akibat meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca. Hal tersebut berdampak pada perubahan iklim dengan meningkatnya kejadian-kejadian iklim ekstrim. Hal ini didukung oleh pernyataan World Meteorological Organization (WMO) dalam Provisional Statement on the Status of the Global Climate in 2019 bahwa pada periode Januari hingga Oktober 2019 terjadi peningkatan suhu rata-rata global

sekitar $1.1 \pm 0.1^\circ\text{C}$. Ini menandakan suhu udara permukaan memiliki andil sebagai salah satu parameter dalam perubahan iklim (Barung dkk., 2021).

1.3.3.3 Wind Direction

Angin merupakan gerak udara yang sejajar dengan permukaan bumi. Udara akan bergerak dari daerah yang bertekanan tinggi menuju ke daerah yang bertekanan rendah. Pemberian nama angin bersesuaian dengan arah mana angin datang. Semisal untuk angin timur adalah angin yang datang dari arah timur, angin dari laut ke darat disebut angin laut dan angin lembah berasal angin yang arahnya dari lembah menaiki gunung (Tjasyono dalam Lusiani dkk., 2018).

Definisi dari arah angin merupakan arah darimana angin tersebut berhembus/bertiup atau arah datangnya dan dinyatakan dalam satuan derajat ($^\circ$). Arah ini dapat ditentukan melalui arah perputaran jarum jam dan dimulai dari titik utara bumi, hal ini bersesuaian dengan titik pada kompas. (Soepangkat dalam Lusiani dkk., 2018). Angin juga merupakan besaran vektor, yang berarti mempunyai arah dan kecepatan. Arah-arah ini dapat kita kategorikan berdasarkan nilai arahnya dalam satuan derajat, di antaranya adalah 360° (Utara), $22,5^\circ$ (Utara Timur Laut), 45° (Timur Laut), $67,5^\circ$ (Timur Timur Laut), 90° (Timur), $112,5^\circ$ (Timur Tenggara), 135° (Tenggara), $157,5^\circ$ (Selatan Tenggara), 180° (Selatan), $202,5^\circ$ (Selatan Barat Daya), 225° (Barat Daya), $247,5^\circ$ (Barat Barat Daya), 270° (Barat), $292,5^\circ$ (Barat Barat Laut), 315° (Barat Laut), $337,5^\circ$ (Utara Barat Laut), 0° (Angin Tenang) (Tjasyono dalam Lusiani dkk., 2018).

1.3.3.4 Wind Speed

Angin memiliki peranan penting dalam menentukan keadaan cuaca dan iklim. Angin merupakan massa udara yang bergerak secara mendatar atau horizontal. Untuk mengetahui besar kecepatan angin secara akurat, maka diperlukan alat ukur dengan kemampuan mencatat kecepatan angin secara akurat. Definisi dari kecepatan angin sendiri merupakan jarak tempuh angin atau pergerakan udara per satuan waktu. Kita dapat menentukan nilai kecepatan angin ini, umumnya satuan yang dapat digunakan adalah km/jam atau knot ($1 \text{ knot} = 0.5148 \text{ m/s} = 1.854 \text{ km/jam}$) (Siregar & Supani, 2018).

Berdasarkan pada tulisan Sari & Maulidany (2020), klasifikasi angin dapat dilakukan untuk memberikan nilai pada besar kecepatan angin. Klasifikasi ini menggunakan skala Beaufort. Skala Beaufort merupakan skala yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin dengan menggambarkan pengaruhnya pada lingkungan sekitar yang terdampak akan angin tersebut. Skala Beaufort menggunakan angka dan simbol. Semakin besar angka skala Beaufort, maka semakin kencang angin berhembus dan bahkan bisa semakin merusak. Skala Beaufort dimulai dari angka 1 untuk hembusan angin yang paling tenang sampai angka 12 untuk hembusan angin

yang dapat menyebabkan kehancuran. Skala Beaufort tetap berguna dan dipakai sampai sekarang. Berikut merupakan tabel Skala Beaufort:

Tabel 1. Klasifikasi Kecepatan Angin (knot)
Menurut Skala Beaufort (V. Sari & Maulidany, 2020).

<i>Number of Scale</i>	<i>Description</i>		<i>Wind Speed</i>
0	<i>Calm</i>	<i>Light Winds</i>	<1 knot
1	<i>Light Air</i>		1-3 knots
2	<i>Light Breeze</i>		4-6 knots
3	<i>Gentle Breeze</i>		7-10 knots
4	<i>Moderate Breeze</i>		11-16 knots
5	<i>Fresh Breeze</i>		17-21 knots
6	<i>Strong Breeze</i>	<i>High Winds</i>	22-27 knots
7	<i>Near Gale</i>		28-33 knots
8	<i>Gale</i>	<i>Gale-force</i>	34-40 knots
9	<i>Strong Gale</i>		41-47 knots
10	<i>Storm</i>	<i>Storm-force</i>	48-55 knots
11	<i>Violent Storm</i>		56-63 knots
12	<i>Hurricane Force</i>	<i>Hurricane-force</i>	>63 knots

Selain tabel di atas, terdapat pula tabel skala Beaufort dengan satuan m/s dari Bayong dalam tulisan Abdy & Sanusi (2020). Berikut di bawah ialah tabel skala Beaufort:

Tabel 2. Klasifikasi Kecepatan Angin (m/s)
Menurut Skala Beaufort (Abdy & Sanusi, 2020).

Skala Beaufort	Kategori Angin	Kecepatan Angin (m/s)
0	Tenang	0 - 0,2
1	Udara ringan	0,3 - 1,5
2	Hembusan lemah	1,6 - 3,3
3	Hembusan lembut	3,4 - 5,4
4	Hembusan sedang	5,5 - 7,9
5	Hembusan segar	8,0 - 10,7
6	Hembusan kuat	10,8 - 13,8
7	Angin ribut lemah	13,9 - 17,1
8	Angin ribut	17,2 - 20,7
9	Angin ribut kuat	20,8 - 24,4

10	Badai	24,5 - 28,4
11	Badai amuk	28,5 - 32,6
12	Siklon	> 32,7

1.3.3.5 Curah Hujan

Berdasarkan Winarno dkk (2019), hujan merupakan Hujan merupakan fenomena alam yang terjadi ketika cairan dari atmosfer jatuh ke permukaan bumi dalam bentuk cairan atau beku. Proses ini terjadi ketika lapisan tebal dan suhu atmosfer di atas titik beku berada di dekat atau di atas permukaan bumi. Selain itu, hujan juga terjadi ketika uap air mengembun di dalam atmosfer dan turun ke permukaan bumi dalam bentuk butiran air. Sebelum hujan terjadi, udara mungkin menjadi lebih lembab karena udara menjadi lebih dingin atau karena penambahan uap air. Butiran hujan memiliki ukuran yang bervariasi. Curah hujan merupakan salah satu parameter hujan yang dapat diukur. Di mana curah hujan menyatakan seberapa besar tinggi air yang ditimbulkan oleh hujan di suatu daerah.

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Satuan curah hujan selalu dinyatakan dalam satuan milimeter atau inchi, namun untuk di Indonesia satuan curah hujan yang digunakan adalah dalam satuan milimeter (mm). Curah hujan dalam 1 (satu) milimeter memiliki arti dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter (Ajr & Dwirani, 2019).

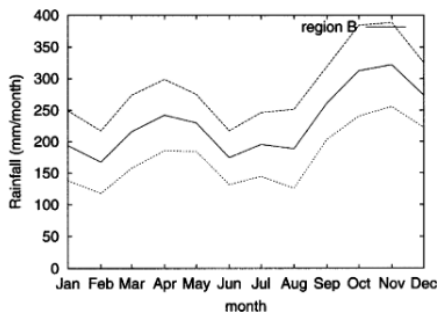
Berdasarkan pada tulisan Spiridonov & Curic (2020), jumlah curah hujan pada interval waktu yang diamati, intensitas curah hujan dapat diklasifikasikan ke dalam kategori berikut:

1. Hujan sangat lemah – intensitas hujan <0,25 mm/jam.
2. Hujan lemah – intensitas curah hujan 0,25–1,0 mm/jam.
3. Hujan sedang – intensitas curah hujan 1,0–4,0 mm/jam.
4. Berat – intensitas curah hujan 4,0-16,0 mm/jam.
5. Hujan lebat – intensitas curah hujan 16,0–50,0 mm/jam.
6. Hujan ekstrim – intensitas curah hujan > 50,0 mm/jam

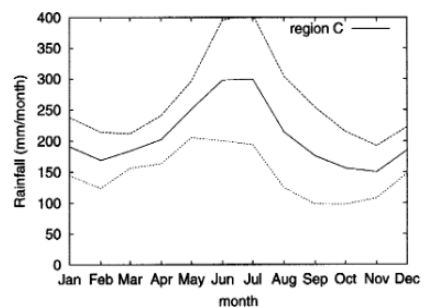
Curah hujan tentunya memiliki polanya tersendiri, berdasarkan Aldrian & Dwi Susanto (2003), juga (Winarno dkk., 2019), dinyatakan bahwa terdapat 3 jenis pola curah hujan, yakni di antaranya ialah:

1. Pola Curah Hujan Ekuatorial, merupakan pola curah hujan yang erat kaitannya dengan pengaruh pergerakan zona konvergensi ke utara dan selatan. Pola curah hujan ini ditandai dengan terjadinya sebanyak dua kali untuk periode maksimal curah hujan bulanan dalam setahun

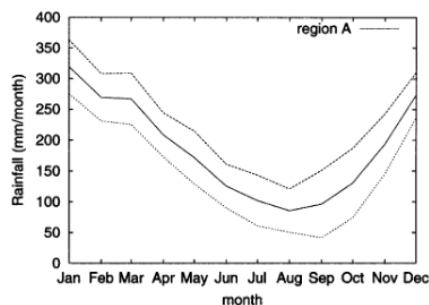
2. Pola Curah Hujan Lokal, merupakan pola curah hujan yang erat kaitannya dengan kondisi fisis lingkungan sekitarnya, seperti pegunungan yang tinggi, bentang perairan hingga pemanasan lokal yang intensif. Pola curah hujan ini ditandai dengan terjadinya sebanyak satu kali untuk periode maksimal curah hujan bulanan dalam setahun. Jumlah curah hujan pada tipe pola ini juga dipengaruhi oleh arah datangnya angin, pada sisi pegunungan atau gunung yang menghadap arah datang angin lembap ini menyebabkan adanya sisi dengan curah hujan tinggi (windward side) dan sisi dengan curah hujan rendah (leeward side).
3. Pola Curah Hujan Monsoonal, merupakan pola curah hujan yang erat kaitannya dengan pengaruh angin laut berskala luas. Pola curah hujan ini ditandai dengan adanya perbedaan yang jelas antara periode musim kemarau dan hujan dalam setahun dengan periode maksimal curah hujan bulanan dalam setahun hanya terjadi satu kali.



(a)



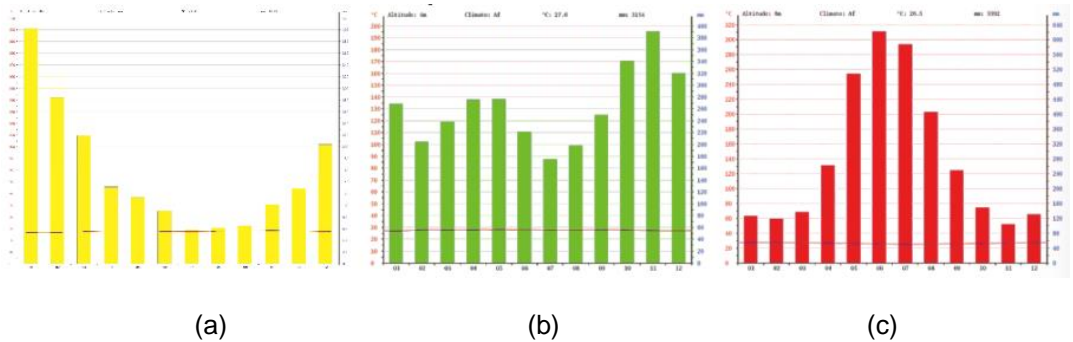
(b)



(c)

Gambar 3. Jenis-jenis Pola Curah Hujan, (a) Pola Ekuatorial, (b) Pola Lokal, (c) Pola Monsoonal (Aldrian & Susanto, 2003)

Adapun referensi lainnya terkait tipe pola curah hujan yang berasal dari Badan Meteorologi, Klimatologi & Geofisika (2019) menjelaskan bahwa terdapat 3 tipe pola curah hujan, yakni tipe Monsoonal, Ekuatorial dan Lokal.



Gambar 4. Tipe-tipe Pola Curah Hujan, (a) tipe Monsoonal, (b) tipe Ekuatorial, (c) tipe Lokal (Badan Meteorologi, Klimatologi & Geofisika 2019)

1.3.4 Model *Multiple Regression* (MR)

Analisis regresi merupakan salah satu metode analisis data dalam statistika yang biasanya digunakan untuk mengkaji korelasi atau hubungan antara beberapa variabel terkait dan meramal suatu variabel. Istilah regresi sendiri dikemukakan pertama kali oleh Sir Francis Galton (1822-1911). Analisis regresi sendiri sangat berguna dalam suatu penelitian, yakni pertama, model regresi ini dapat digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor. Kedua, model regresi juga dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh dari variabel prediktor terhadap variabel respon. Ketiga, model regresi pula dapat berguna untuk melihat atau memprediksi pengaruh variabel prediktor terhadap variabel respon. Tujuan dari analisis regresi adalah agar kita dapat mengetahui sejauh mana hubungan atau keterkaitan sebuah variabel bebas dengan beberapa variabel tak bebas. Bila dalam analisisnya hanya melibatkan sebuah variabel bebas, maka analisis yang digunakan adalah analisis regresi linear sederhana. Sementara, apabila analisisnya melibatkan lebih dari satu variabel bebas, maka analisis yang digunakan adalah analisis regresi linear berganda (Nurdin dkk., 2018).

Dari analisis regresi ini, terdapat istilah regresi linier sederhana. Yakni suatu prosedur untuk mendapatkan hubungan matematis dalam berbentuk suatu persamaan antara variabel tak bebas tunggal dengan variabel bebas tunggal. Regresi linier sederhana analisis hanya ada satu peubah bebas X yang dihubungkan dengan satu peubah tak bebas Y. bentuk-bentuk model umum regresi sederhana menunjukkan antara dua variabel, yaitu variabel X sebagai variabel bebas dan variabel Y sebagai variabel tak bebas adalah:

$$\hat{Y} = a + bx \quad (2)$$

Keterangan:

\hat{Y} : Variabel tak bebas/terikat

x : Variabel bebas

a : Parameter intercept

b : Parameter koefisien regresi variabel bebas (Bhirawa, 2015).

Multiple Regression sendiri merupakan teknik regresi yang dapat digunakan dalam memprediksi sebuah data berdasarkan dari beberapa faktor atau variabel yang akan memengaruhi data di masa depan. Multiple Regression merupakan kebijakan tercatat yang menggunakan beberapa variabel bebas untuk mengharapkan hasil dari variabel terikat. Tujuan dari Multiple Regression adalah untuk memodelkan hubungan lurus di tengah-tengah variabel bebas tersebut dengan variabel terikat yang ada (Thabibi & Supriyanto, 2023).

Berdasarkan dari isi tulisan Kartika dkk (2014), rumus dari Multiple Regression dapat dilihat di bawah ini, yakni:

$$\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (3)$$

Keterangan:

\hat{Y} : Variabel tak bebas/terikat

a : Konstanta

b_1, b_2, b_n : Koefisien

X_1, X_2, X_n : Variabel bebas

Untuk mendapatkan nilai a , b_1 dan b_2 , dapat digunakan rumus-rumus di bawah ini, di antaranya ialah:

$$a = \hat{Y} - b_1X_1 - b_2X_2 \quad (4)$$

$$b_1 = \frac{(\sum X_2^2)(\sum X_1Y) - (\sum X_1X_2)(\sum X_2Y)}{(\sum X_2^2)(\sum X_2^2) - (\sum X_1X_2)^2} \quad (5)$$

$$b_2 = \frac{(\sum X_1^2)(\sum X_2Y) - (\sum X_1X_2)(\sum X_1Y)}{(\sum X_1^2)(\sum X_2^2) - (\sum X_1X_2)^2} \quad (6)$$

Dimana:

$$\sum X_1^2 = \sum X_1^2 - \frac{(\sum X_1Y)^2}{n} \quad (7)$$

$$\sum X_2^2 = \sum X_2^2 - \frac{(\sum X_2Y)^2}{n} \quad (8)$$

$$\Sigma X_1 Y = \Sigma X_1 Y - \frac{(\Sigma X_1)(\Sigma Y)}{n} \quad (9)$$

$$\Sigma X_2 Y = \Sigma X_2 Y - \frac{(\Sigma X_2)(\Sigma Y)}{n} \quad (10)$$

$$\Sigma X_1 X_2 = \Sigma X_1 X_2 - \frac{(\Sigma X_1)(\Sigma X_2)}{n} \quad (11)$$

$$\Sigma Y^2 = \Sigma Y^2 - \frac{(\Sigma Y)^2}{n} \quad (12)$$

$$\hat{Y} = \Sigma \frac{Y}{n} \quad (13)$$

$$X_1 = \frac{\Sigma X_1}{n} \quad (14)$$

$$X_2 = \frac{\Sigma X_2}{n} \quad (15)$$

1.3.5 Metode Stepwise

Dijelaskan oleh Hapsery & Lubis (2019), metode stepwise merupakan salah satu metode pada analisis regresi linier berganda yang dapat digunakan dalam proses analisis untuk mendapatkan model yang memberikan kontribusi tinggi. Metode stepwise ini juga digunakan untuk menentukan faktor-faktor yang memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel dependen yang ada. Metode ini juga merupakan gabungan dari analisis penyisihan mundur (backward procedure) dan pemilihan ke depan (forward procedure) (Andayani dkk., 2016).

Pada metode ini juga terdapat prosedur dalam pengerjaannya, yang mana dengan cara menyisipkan peubah penjelas satu per satu hingga diperoleh persamaan regresi yang memuaskan. Di bawah ini merupakan prosedur dasarnya:

1. Hitung korelasi semua peubah penjelas (X) dengan peubah respon (Y). Pilih peubah penjelas yang paling berkorelasi dengan peubah respon sebagai peubah yang pertama kali dimasukkan ke dalam regresi, misalkan X1.
2. Hitung persamaan regresi linier ordo pertama $Y = f(X_1)$.
3. Uji koefisien regresi yang terbentuk untuk mengetahui apakah peubah X1 nyata atau tidak. Jika hasilnya nyata, cari peubah penjelas kedua untuk dimasukkan ke dalam persamaan regresi dengan memeriksa koefisien korelasi parsial Y dengan semua peubah penjelas yang berada di luar persamaan regresi, yaitu Xj, di mana $j \neq 1$. Dengan kata lain, koreksi hubungan garis lurus antara Y dan Xj dengan X1. Misalkan peubah yang terpilih adalah X2. Selanjutnya cari persamaan regresi kedua $Y = f(X_1, X_2)$. Namun, jika hasilnya tidak nyata maka proses berhenti dan ambil $Y = \hat{Y}$ sebagai model terbaik.

4. Lakukan lagi uji koefisien regresi pada persamaan regresi kedua, perhatikan peningkatan nilai R². Kemudian nilai-F parsial untuk kedua peubah yang ada di dalam persamaan diuji dengan cara membandingkan nilai-F parsial terendah dengan nilai-F tabel. Jika uji ini nyata maka peubah dipertahankan di dalam model. Sebaliknya, jika uji ini tidak nyata maka peubah dikeluarkan dari model.
6. Proses terus berlanjut sampai akhirnya tidak ada lagi peubah yang akan dimasukkan atau dikeluarkan dari model (Isnani dkk., 2019).

1.3.6 Korelasi Pearson

Analisis korelasi pearson merupakan korelasi dengan melibatkan satu variabel terikat dan bebas. Korelasi pearson juga berfungsi untuk mencari besarnya hubungan dan kontribusi dua variabel bebas (X) atau lebih secara simultan (bersama-sama) dengan variabel terikat (Y). Korelasi pearson merupakan angka yang menunjukkan arah dan kuatnya hubungan antara dua variabel bebas secara bersama-sama atau lebih dengan satu variabel terikat. Model korelasi pearson melibatkan lebih dari satu variabel bebas. Dengan menggunakan keyakinan 95%, dan nilai signifikansi 0,05. Pada nilai korelasi pearson ini juga yang menggambarkan korelasi antara variabel terikat dengan variabel bebas terkait. Di bawah ini merupakan tabel nilai korelasi pearson:

Tabel 3. Interpretasi Nilai Korelasi Pearson (Hidayanti & Mandalika, 2023).

Nilai Korelasi Pearson	Keterangan
0,00 - 0,20	Tidak ada korelasi
0,21 - 0,40	Korelasi lemah
0,41 - 0,60	Korelasi sedang
0,61 - 0,80	Korelasi kuat
0,81 - 1,00	Korelasi sempurna

Dinyatakan Sari dkk (2023) dalam tulisannya terkait persamaan yang digunakan dalam korelasi pearson. Di antaranya ialah:

$$T_{xy} = \frac{N \cdot \Sigma XY - (\Sigma X) \cdot (\Sigma Y)}{\sqrt{\{N \cdot \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \cdot \{N \cdot \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2\}}} \quad (16)$$

Keterangan:

- T_{xy} : Angka indeks korelasi antara variabel x dan y
 N : Jumlah sampel
 ΣX^2 : Jumlah kuadrat variabel x
 ΣY^2 : Jumlah kuadrat variabel y

ΣXY : Jumlah hasil perkalian antara skor x dan y

ΣX : Jumlah variabel x

ΣY : Jumlah variabel y

1.3.7 Root Mean Square Error (RMSE)

RMSE atau yang dikenal dengan *Root Mean Square Error* merupakan metode untuk mengevaluasi teknik peramalan yang digunakan untuk mengukur tingkat akurasi dari hasil perkiraan pada suatu model. RMSE akan menghasilkan nilai berupa nilai rata-rata kuadrat dari jumlah kesalahan pada model prediksi. Di bawah ini merupakan persamaan dari RMSE, yakni (Sanjaya & Heksaputra, 2020).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (\hat{y}_i - Y_i)^2}{n}} \quad (17)$$

Keterangan:

n : Jumlah data

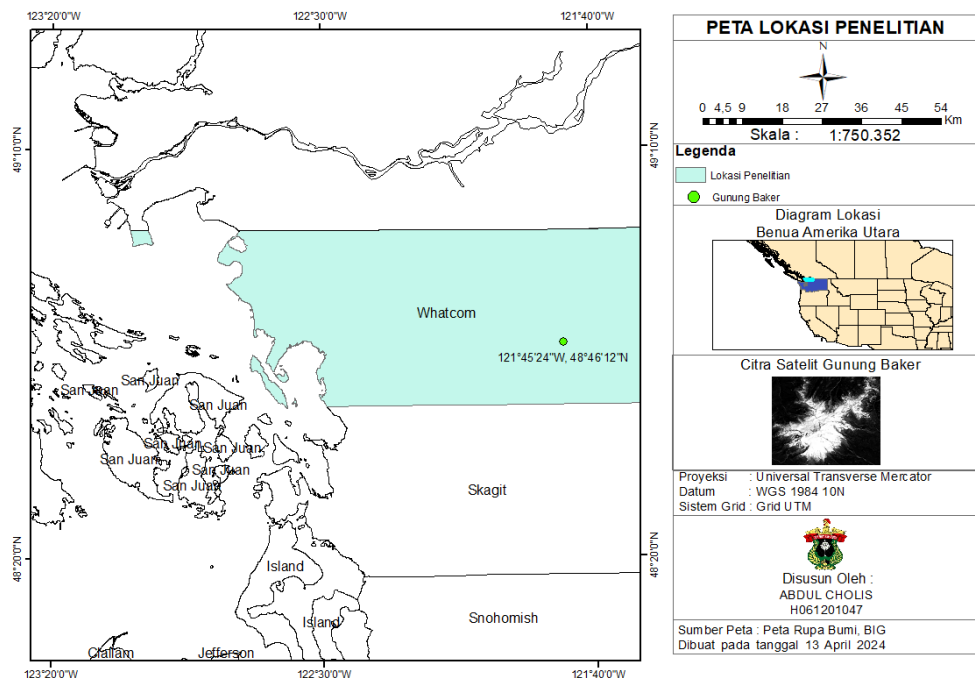
Y_i : Nilai data prediksi

Y_t : Nilai data observasi

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Gunung berapi Baker merupakan bagian dari Pegunungan Cascade, berada di Amerika Utara, negara bagian Washington, terletak dekat timur kota Bellingham sekitar 48 km (30 mil) dan berada di daerah Whatcom. Gunung Baker terletak pada koordinat $48^{\circ}46'12''$ N, $121^{\circ}45'24''$ W. Gunung Baker ini ketinggiannya mencapai 3.286 m (10.781 kaki) dan merupakan salah satu stratovolcano dengan tutupan salju tertinggi di dunia.



Gambar 5. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Alat dan Bahan

2.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada Penelitian Tugas Akhir ini yaitu:

1. Perangkat keras terdiri dari:
 - a) 1 buah laptop
 - b) 1 buah printer
2. Perangkat lunak terdiri dari:
 - a) *Software* Matlab 2017a
 - b) *Software* Notepad
 - c) *Software* ArcGIS 10.8

d) *Software Microsoft Excel 2019*

2.2.2 Bahan

Data yang diolah berupa data sekunder faktor cuaca dan luas area tutupan salju wilayah Gunung Baker, Whatcom, Amerika Utara dari katalog NASA POWER, NOAA dan USGS tahun 2013 - 2023 dengan batas koordinat 48°46'12" N dan 121°45'24" W.

1. Data Kelembapan Relatif

Data kelembapan udara yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder periode 2013-2023 yang diperoleh dari situs yang disediakan oleh *National Aeronautics and Space Administration (NASA) Prediction Of Worldwide Energy Resources (POWER)* dan NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). POWER project menyediakan kumpulan data tenaga surya dan meteorologi dari penelitian NASA untuk mendukung energi terbarukan, efisiensi energi bangunan, dan kebutuhan pertanian. Kemudian NOAA menyediakan data spasial meteorologi berdasarkan dataset dan instansi yang menyediakan data-data tersebut dengan skala global

(<https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis2.html>)

(<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>)

2. Data Suhu Udara

Data suhu udara yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder periode 2013-2023 yang diperoleh dari situs yang disediakan oleh *National Aeronautics and Space Administration (NASA) Prediction Of Worldwide Energy Resources (POWER)*. POWER project menyediakan kumpulan data tenaga surya dan meteorologi dari penelitian NASA untuk mendukung energi terbarukan, efisiensi energi bangunan, dan kebutuhan pertanian. (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>).

3. Data Arah Angin

Data arah angin yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder periode 2013-2023 yang diperoleh dari situs yang disediakan oleh *National Aeronautics and Space Administration (NASA) Prediction Of Worldwide Energy Resources (POWER)*. POWER project menyediakan kumpulan data tenaga surya dan meteorologi dari penelitian NASA untuk mendukung energi terbarukan, efisiensi energi bangunan, dan kebutuhan pertanian. (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>).

4. Data Kecepatan Angin

Data kecepatan angin yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder periode 2013-2023 yang diperoleh dari situs yang disediakan oleh *National Aeronautics and Space Administration (NASA) Prediction Of Worldwide Energy Resources (POWER)*. POWER project menyediakan kumpulan data tenaga surya dan meteorologi dari penelitian NASA untuk

mendukung energi terbarukan, efisiensi energi bangunan, dan kebutuhan pertanian. (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>).

5. Data u-wind & v-wind

Data u-wind dan v-wind yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder periode 2013-2023 yang diperoleh dari situs yang disediakan oleh NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). NOAA menyediakan data spasial meteorologi berdasarkan dataset yang ada (<https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis2.html>).

6. Data Curah Hujan

Data curah hujan digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder periode 2013-2023 yang diperoleh dari situs yang disediakan oleh *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) *Prediction Of Worldwide Energy Resources* (POWER) dan NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). POWER project menyediakan kumpulan data tenaga surya dan meteorologi dari penelitian NASA untuk mendukung energi terbarukan, efisiensi energi bangunan, dan kebutuhan pertanian. Kemudian NOAA menyediakan data spasial meteorologi berdasarkan dataset dan instansi yang menyediakan data-data tersebut dengan skala global

(<https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis2.html>)

(<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>)

7. Data Luas Area Tutupan Salju

Data luas area tutupan salju yang digunakan merupakan data sekunder mulai dari tahun. Data luas area tutupan salju yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder periode 2013-2023 yang diperoleh dari situs yang disediakan oleh United States Geological Survey (USGS) Earth Explorer. USGS Earth Explorer adalah situs yang menyediakan layanan data citra satelit. USGS merupakan badan pemerintah Amerika Serikat yang fokus pada survei dan pemahaman sumber daya alam, termasuk pemantauan bumi melalui program-program seperti landsat. (<https://earthexplorer.usgs.gov/>)

2.3 Pengumpulan Data

Data gempa yang diperlukan dalam penelitian ini dikumpulkan dari data sekunder katalog NASA POWER, NOAA dan USGS tahun 2013 - 2023 wilayah Gunung Baker, Whatcom, Amerika Utara. Pada tahap ini, Tahap persiapan dimulai dengan mencari dan mengumpulkan informasi-informasi yang berhubungan dengan penelitian terkait dan melakukan studi literatur untuk mendapatkan teori yang dapat mendukung penelitian. Sumbernya dapat berupa jurnal dan buku-buku. Kemudian, mengumpulkan data yang digunakan dalam penelitian terkait yang berupa data sekunder. Data yang dikumpulkan terdiri dari data observasi dan data prediktor. Data observasi yaitu data luas tutupan salju yang berupa gambar citra *landsat 8* dari

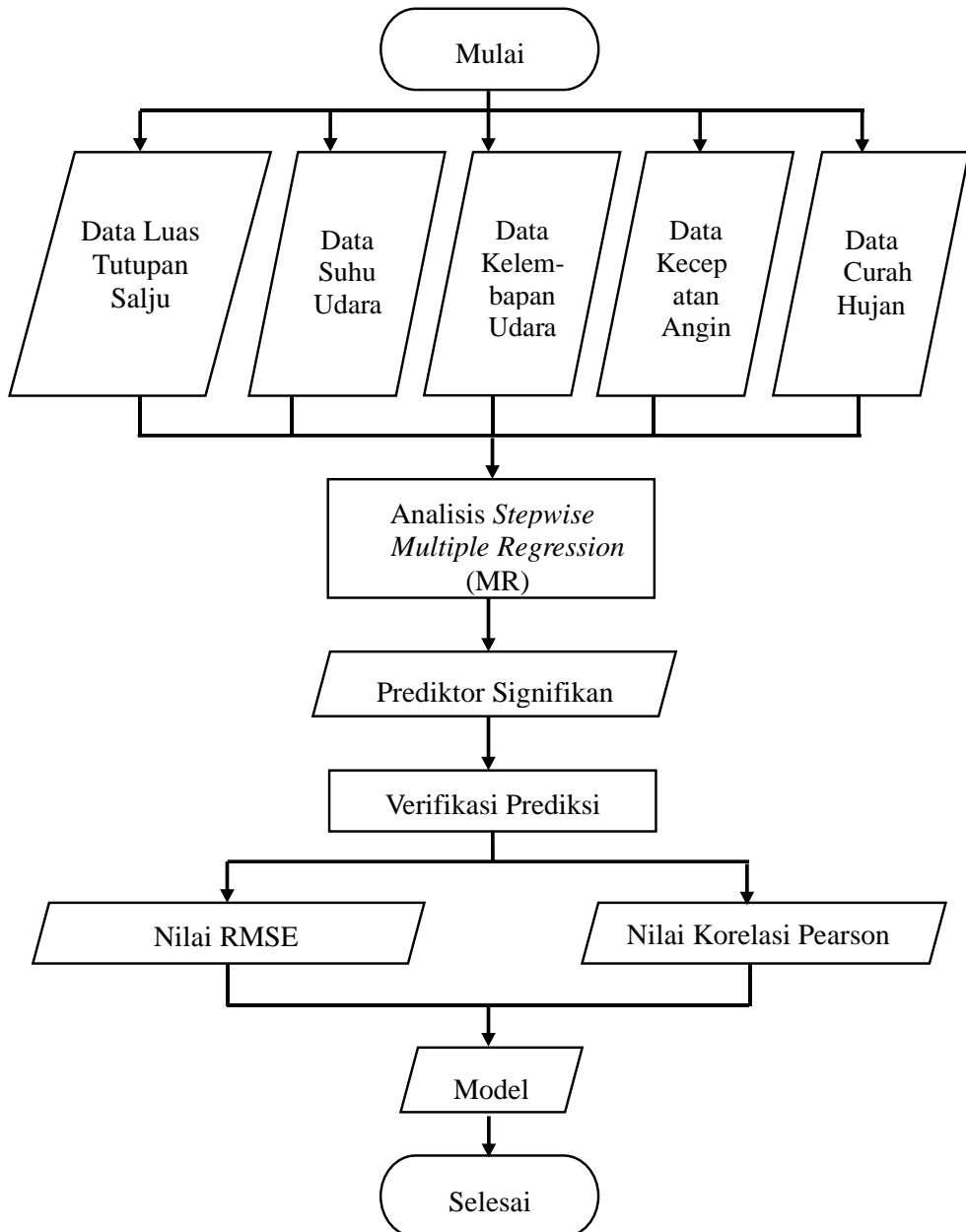
tahun 2013-2023. Data prediktor yakni data faktor cuaca yang terdiri dari 5 prediktor, yakni kelembapan relatif, curah hujan, suhu udara, arah angin, dan kecepatan angin.

2.4 Pengolahan Data

Untuk tahap pengolahan data dalam penelitian ini, dilakukan dengan mempersiapkan data dan software pengolahan data. Langkah-langkahnya yakni sebagai berikut:

1. Melakukan proses digitasi dengan menginput data citra landsat 8 ke dalam Software Arcgis. Kemudian membuat *New Shapefile* tipe polygon dan mengatur *Coordinate System* menjadi WGS 1984 UTM Zone 10N. Lalu melakukan *Start Editing* untuk memulai proses digitasi titik demi titik mengikuti objek. Kemudian melakukan *Save Editing* dan *Calculate Geometry* untuk menghitung luas tutupan salju.
2. Melakukan penyesuaian dan pemeriksaan data untuk meminimalisir terjadinya kesalahan sebelum data tersebut dianalisis lebih lanjut. Data tersebut mencakup data luas tutupan salju, kelembapan udara, suhu udara, arah angin, dan kecepatan angin. Kemudian data-data tersebut dimuat ke dalam tabel dengan struktur data yang sesuai menggunakan *Microsoft Excel*.
3. Mengolah data Luas Tutupan Salju (Y) dan data Faktor Cuaca (X) pada *Software Matlab* menggunakan metode Stepwise untuk mengidentifikasi prediktor yang signifikan dari 5 total prediktor.
4. Menghitung nilai Konstanta (a) menggunakan Persamaan 4 dan Koefisien (b) menggunakan Persamaan 5 dan 6. Nilai tersebut nantinya akan dimasukkan ke dalam model regresi.
5. Memasukkan nilai Konstanta (a) dan Koefisien (b) yang didapatkan ke dalam model. Kemudian menggunakan model untuk menghitung prediksi tingkat perubahan luas area tutupan salju (Y) dari setiap kejadian yang berjumlah 11.
6. Melakukan verifikasi prediksi dengan menghitung nilai korelasi pearson (r) (Persamaan 15) dan nilai RMSE (Persamaan 16). Nilai korelasi pearson yang didapatkan akan diinterpretasikan berdasarkan Tabel 3. Jika nilai korelasi pearson yang didapatkan dibawah 0,5 maka dianggap bahwa kemampuan prediksi model tersebut tidak bagus atau tidak dapat dipakai. Jika nilai RMSE semakin kecil maka dianggap bahwa kemampuan prediksi model tersebut juga semakin akurat.

2.5 Bagan Alir Penelitian



Gambar 6. Bagan Alir Penelitian