

BAB I PENDAHULUAN

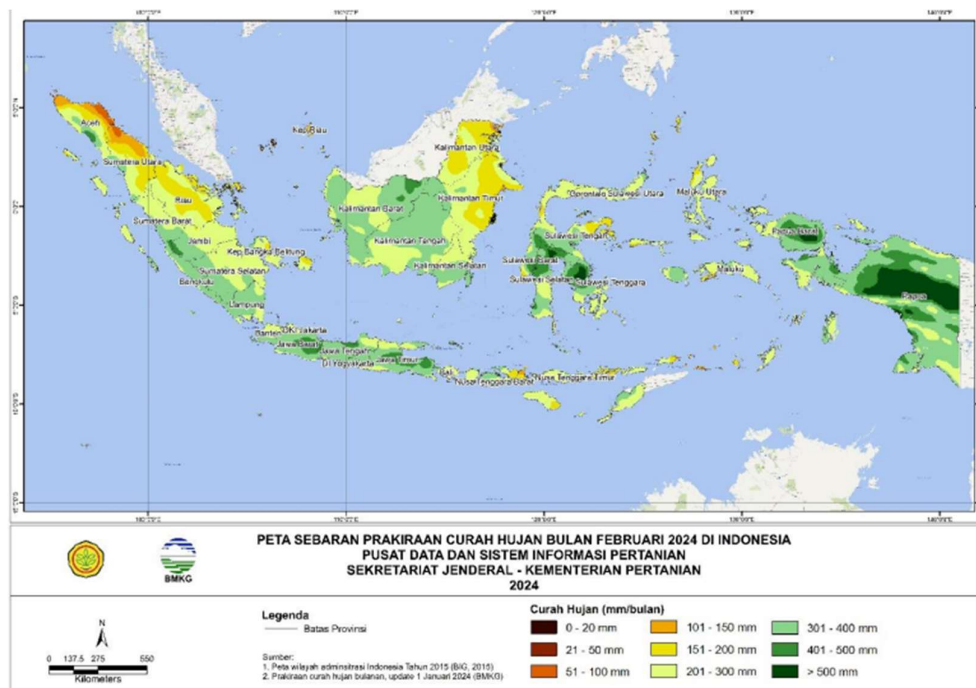
Bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan manfaat yang diharapkan, serta ruang lingkup yang menjadi fokus dari penelitian ini.

I.1 Latar Belakang

Curah hujan didefinisikan sebagai jumlah volume air hujan yang turun di suatu wilayah selama periode jangka waktu tertentu, biasanya diukur dalam milimeter (mm) per satuan waktu (Ratri, 2021). Curah hujan dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu, kelembaban udara, tekanan udara dan suhu udara. Terdapat beberapa faktor utama yang mempengaruhi intensitas curah hujan yang tinggi di suatu wilayah. Beberapa faktor tersebut meliputi ketinggian suatu daerah, arah angin, dan suhu (Auliya, 2021). Intensitas curah hujan yang tinggi, terutama jika terjadi secara terus menerus, dapat memicu berbagai bencana hidrometeorologi, salah satunya adalah banjir (Sapta Sri Sudewi et al., 2015).

Data curah hujan merupakan data *time series* (deret waktu) yang bersifat musiman dengan pola berulang dalam interval yang tetap (Maulana & Rosalina, 2024). Analisis dan pengukuran curah hujan memainkan peran penting dalam berbagai aspek, seperti digunakan sebagai indikator untuk mengetahui tingkat kelembaban suatu wilayah, memantau dan menganalisis pola iklim dan cuaca, serta mitigasi bencana alam (Putra et al., 2024). Data bulanan curah hujan dapat diklasifikasikan menjadi empat kategori yaitu kategori rendah (0-100 mm), menengah (100-300 mm), tinggi (300-500 mm), dan sangat tinggi (>500 mm) (Ratri, 2021).

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis yang memiliki dua musim utama, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Curah hujan di Indonesia dipengaruhi oleh faktor geografis, topografi, dan fenomena atmosfer global seperti monsun Asia dan monsun Australia, yang memainkan peran signifikan dalam membentuk pola musim di wilayah tropis (Hendon, 2003).



Gambar I.1 Peta Sebaran Curah Hujan 2024 di Indonesia

Sumber: <https://bdsp2.pertanian.go.id>

Gambar I.1 merupakan peta sebaran curah hujan 2024 di Indonesia yang diambil pada bulan Februari tahun 2024 yang merupakan musim hujan. Berdasarkan peta curah hujan Februari tahun 2024, wilayah Indonesia bagian barat cenderung memasuki masa kering dengan curah hujan rendah, yaitu sekitar 21-100 mm per bulan, seperti yang terjadi di sebagian wilayah Aceh, Sumatera Utara, dan sebagian kecil Nusa Tenggara Timur. Sementara itu, sebagian besar wilayah lainnya diprediksi mengalami curah hujan sedang hingga tinggi, berkisar antara 101-500 mm per bulan, meliputi wilayah Bengkulu, Lampung, Pulau Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, dan Papua. Beberapa wilayah juga diperkirakan akan mengalami curah hujan sangat tinggi, lebih dari 500 mm per bulan, seperti sebagian wilayah Sulawesi Barat, Sulawesi Tenggara, Papua, dan sebagian besar Papua (BDSP2, 2024).

Indonesia sebagai negara beriklim tropis serta populasi yang padat menghadapi tantangan besar dalam mengelola dampak bencana hidrometeorologi salah satunya adalah banjir akibat intensitas curah hujan yang tinggi (Budiyono et al., 2016). Intensitas curah hujan yang tinggi sering kali menyebabkan sistem drainase di

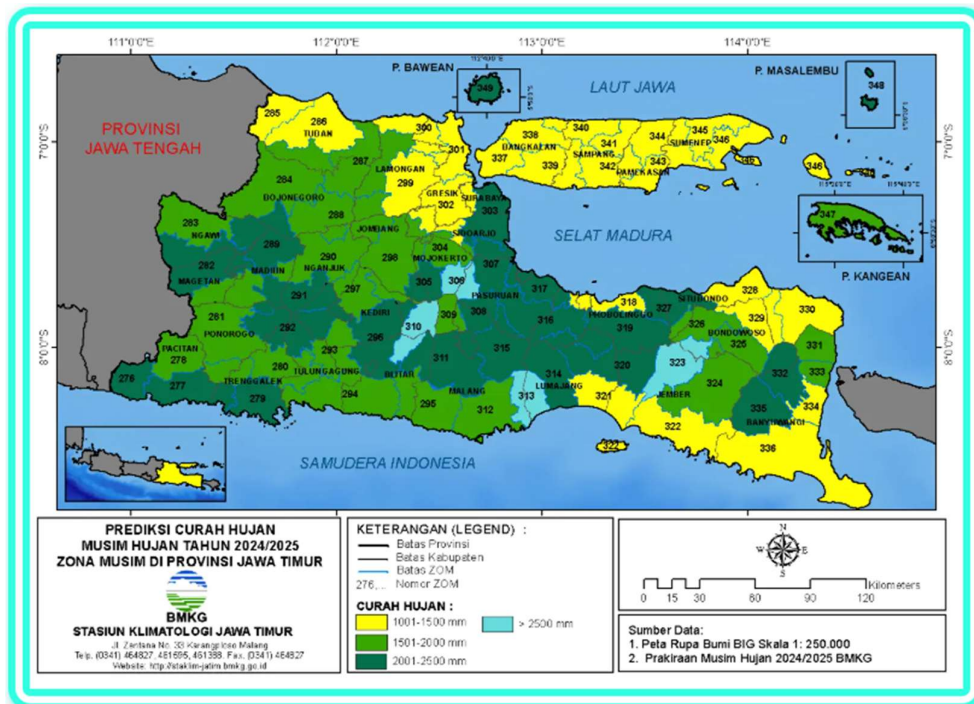
wilayah perkotaan tidak mampu menampung volume air yang besar, sehingga memicu genangan dan banjir. Bencana banjir di Indonesia tidak hanya merusak infrastruktur seperti jalan, jembatan, dan fasilitas umum, tetapi juga menyebabkan ribuan penduduk harus mengungsi karena kehilangan tempat tinggal. Penelitian yang dilakukan oleh (Budyono et al., 2016) menunjukkan bahwa kerugian ekonomi akibat banjir di Indonesia mencapai miliaran rupiah setiap tahun, terutama dari sektor pertanian, perdagangan, dan properti.



Gambar I.2 Jumlah Kejadian Banjir di Indonesia
Sumber: <https://dataindonesia.id>

Pada grafik Gambar I.2 merupakan data jumlah kejadian banjir di Indonesia dari tahun 2013 hingga 2023, berdasarkan sumber dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), menunjukkan peningkatan signifikan dalam frekuensi bencana banjir, terutama sejak tahun 2020. Terdapat fenomena banjir di Indonesia yang turut berkontribusi adalah *urban flooding* dan *coastal flooding* (Handayani et al., 2020). *Urban flooding* adalah banjir yang terjadi di kawasan perkotaan. Indonesia menempati urutan nomer tiga di Asia terkait fenomena *urban flooding* (Nasution et al., 2022). Terdapat 5 penyebab *urban flooding* yaitu kurangnya infrastruktur drainase, tersumbatnya sistem drainase, banjir di dataran rendah, air meluap karena ketinggian air di hilir meningkat dan genangan akibat tingginya muka air sungai

(Susetyo, 2008). Urbanisasi berperan besar dalam memperburuk *urban flooding* di kota besar seperti Surabaya karena pembangunan infrastruktur yang masif mengurangi area resapan air, sementara sistem drainase kota tidak mampu mengimbangi peningkatan volume air hujan yang terjadi akibat permukaan kedap air yang semakin luas (Febrianto et al., 2016). Selain *urban flooding*, Indonesia juga rentan terhadap fenomena *coastal flooding* atau yang lebih dikenal banjir pesisir yaitu banjir yang terjadi di wilayah pesisir akibat kombinasi antara curah hujan tinggi, pasang laut, dan kenaikan muka air laut (Sutrisno et al., 2020).



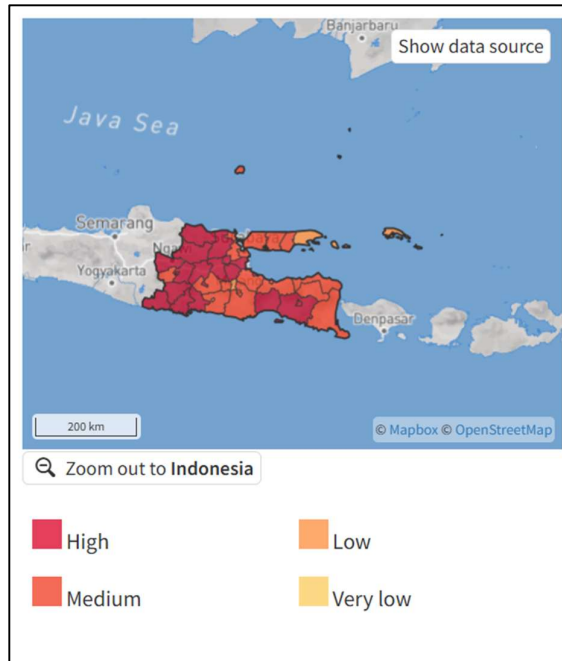
Gambar I.3 Peta Prediksi Curah Hujan Tahun 2024/2025 di Jawa Timur

Sumber: <https://staklim-jatim.bmkg.go.id/>

Berdasarkan pada **Gambar I.3** peta prediksi curah hujan musim hujan tahun 2024/2025 di Provinsi Jawa Timur yang terdiri dari tiga warna (kuning, hijau muda, dan hijau tua), wilayah dengan curah hujan tertinggi, yang ditandai dengan warna hijau tua (2.001–2.500 mm), meliputi kota-kota seperti sebagian besar Kota Surabaya, Malang, Batu, Banyuwangi, Jember, Pacitan, Trenggalek, dan sebagian wilayah Blitar. Wilayah-wilayah ini umumnya berada di dekat pegunungan atau kawasan dengan topografi berbukit, yang mendukung tingginya intensitas hujan.

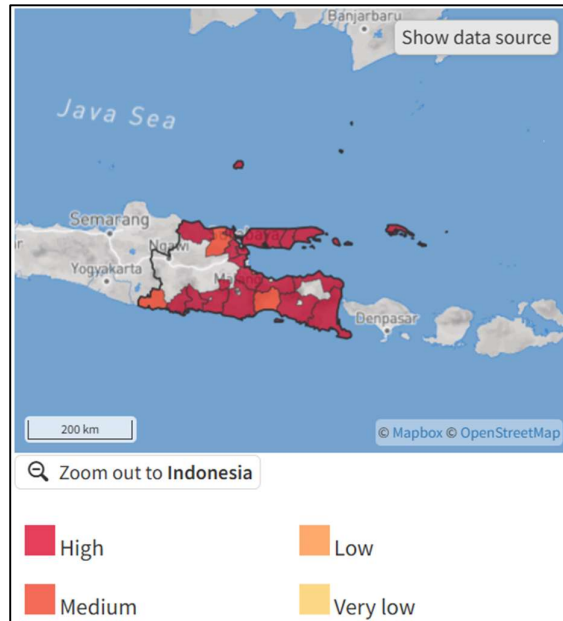
Sementara itu, wilayah dengan curah hujan sedang-tinggi, yang ditandai dengan warna hijau muda (1.501–2.000 mm), mencakup Kediri, Pasuruan, Probolinggo, Mojokerto, Madiun, Ngawi, dan sebagian wilayah Magetan serta sebagian wilayah Blitar. Wilayah ini merupakan daerah transisi antara dataran rendah dan kawasan pegunungan. Adapun wilayah dengan curah hujan sedang, yang ditandai dengan warna kuning (1.001–1.500 mm), meliputi Sidoarjo, Gresik, Lamongan, Bojonegoro, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep, dan sebagian besar wilayah Madura lainnya. Wilayah-wilayah ini sebagian besar berada di dataran rendah atau pesisir, sehingga menerima curah hujan lebih rendah dibandingkan daerah pegunungan.

Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia serta ibu kota Jawa Timur yang memiliki penduduk yang padat dan menjadi pusat ekonomi yang memiliki banyak industri. Kepadatan penduduk yang tinggi dapat memperburuk dampak iklim ekstrim, seperti hujan lebat dan badai. Salah satu fenomena bencana yang sering terjadi saat curah hujan tinggi di Kota Surabaya adalah banjir yang disebabkan debit sungai dan saluran drainase yang sudah tidak bisa menampung air (Hakiqi et al., 2023). Selain urban flooding, Surabaya juga menghadapi ancaman *coastal flooding* atau banjir pesisir, terutama di wilayah utara yang berbatasan langsung dengan Laut Jawa. *Coastal flooding* disebabkan oleh kombinasi antara curah hujan tinggi, gelombang pasang, dan kenaikan permukaan air laut akibat perubahan iklim (Rahula et al., 2015). Curah hujan dengan intensitas tinggi pada beberapa wilayah Kota Surabaya sangat mempengaruhi beberapa aspek dan menimbulkan potensi bencana sehingga diperlukan adanya *forecasting* (peramalan) terhadap besarnya curah hujan di Kota Surabaya untuk jangka waktu yang akan datang (Faidah et al., 2022).



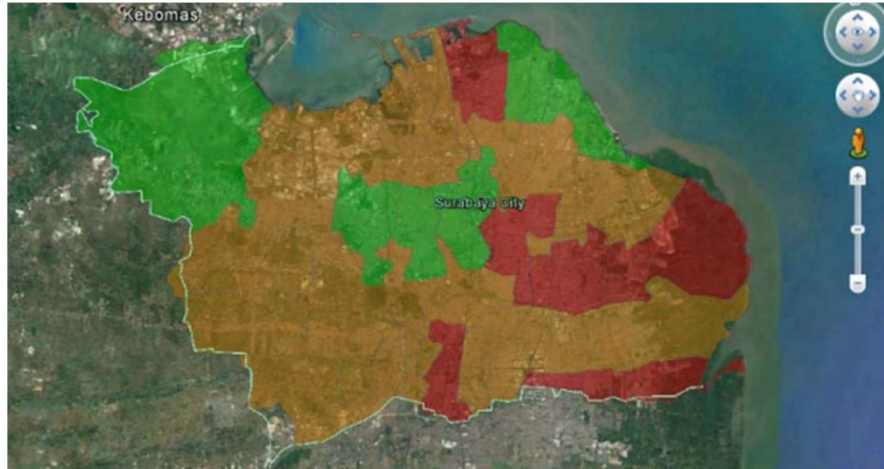
Gambar I.4 Peta Persebaran *Urban Flooding* di Jawa Timur

Gambar I.4 bersumber dari (ThinkHazard, 2021) menunjukkan peta persebaran risiko *urban flooding* di wilayah Provinsi Jawa Timur berdasarkan kategori tingkat kerentanan yang terdiri dari *high* (tinggi), *medium* (sedang), *low* (rendah), dan *very low* (sangat rendah). Wilayah dengan tingkat kerentanan tinggi (*high*) ditandai dengan warna merah tua, yang mencakup wilayah Surabaya, Jember, Lumajang, Tulungagung, Trenggalek, Pacitan, Ponorogo, Jombang, Tuban, Bojonegoro, Ngawi, Madiun, Sidoarjo dan Lamongan. Hal ini mengindikasikan bahwa wilayah tersebut berpotensi mengalami banjir yang lebih sering dan parah akibat berbagai faktor, seperti curah hujan tinggi dan kurangnya kapasitas drainase. Sementara itu, wilayah dengan risiko sedang (*medium*) yang ditandai dengan warna oranye tua tersebar di sekitar area merah, mencakup wilayah Magetan, Kediri, Blitar, Malang, Pasuruan, Probolinggo, Situbondo, Banyuwangi, Bangkalan, Pamekasan dan Sampang. Adapun wilayah dengan risiko rendah (*low*) mencakup wilayah Sumenep. Untuk cluster sangat rendah (*very low*) tidak ada wilayah yang termasuk. Peta persebaran ini menunjukkan bahwa daerah perkotaan dan dataran rendah seperti Kota Surabaya rentan terhadap *urban flooding*. Hal ini disebabkan oleh kombinasi dari curah hujan yang tinggi, aliran sungai yang melewati kawasan tersebut, serta sistem drainase yang kurang optimal.



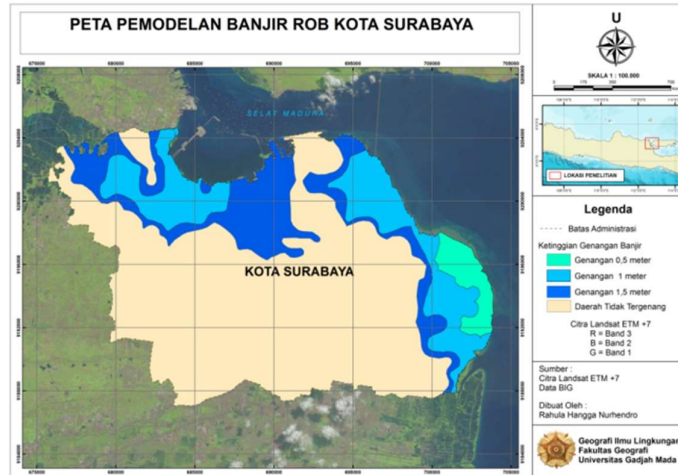
Gambar I.5 Peta Persebaran Coastal Flooding di Jawa Timur

Gambar I.5 bersumber dari (ThinkHazard, 2021) merupakan peta yang menampilkan persebaran risiko *coastal flooding* di wilayah Jawa Timur, yang dikelompokkan berdasarkan tingkat risiko menggunakan warna merah, oranye, kuning, dan krem. Wilayah yang ditandai dengan warna merah menunjukkan risiko tinggi (*high*) terkena *coastal flooding*. Daerah ini mencakup sebagian besar wilayah Surabaya, Tuban, Gresik, Sidoarjo, Pasuruan, Malang, Blitar, Tulungagung, Trenggalek, Jember, Banyuwangi, Situbondo, Probolinggo, Bangkalan, Pamekasan, Sampang dan Sumenep. Tingginya risiko di wilayah ini disebabkan oleh posisi geografis yang berbatasan langsung dengan Laut Jawa dan Samudra Hindia, serta dampak dari pasang laut, curah hujan ekstrem, dan kenaikan muka air laut. Urbanisasi yang pesat di beberapa wilayah pesisir juga memperburuk situasi. Wilayah dengan warna oranye menunjukkan risiko sedang *coastal flooding* yang mencakup wilayah Pacitan, Lamongan dan Lumajang. Wilayah dengan warna kuning dan krem menunjukkan risiko rendah hingga sangat rendah. Peta ini menyoroti bahwa wilayah pesisir utara dan selatan Jawa Timur sangat rentan terhadap *coastal flooding*, terutama kota-kota besar yang menjadi pusat ekonomi dan industri.



Gambar I.6 Peta *Urban Flooding* di Surabaya

Gambar I.6 bersumber dari penelitian yang dilakukan oleh (Febrianto et al., 2016) dimana peta yang ditampilkan menunjukkan persebaran *urban flooding* di Kota Surabaya, dengan wilayah yang dibedakan berdasarkan tingkat risiko menggunakan warna hijau, kuning/oranye, dan merah. Zona merah meliputi kecamatan dengan risiko tertinggi, seperti wilayah pusat kota (Tegalsari, Simokerto, Genteng, Bubutan), beberapa wilayah utara (Semampir, Pabean Cantikan, Krembangan), serta wilayah timur seperti Tambaksari dan Sukolilo. Wilayah ini merupakan pusat aktivitas ekonomi dan urbanisasi dengan drainase yang sering kali tidak mampu menampung debit air hujan tinggi. Sementara itu, zona kuning mewakili kecamatan dengan tingkat risiko menengah, seperti Sukomanunggal, Tandes, dan Asemrowo di Surabaya Barat, serta Rungkut, Gununganyar, dan Mulyorejo di Surabaya Timur. Beberapa kecamatan di Surabaya Selatan, seperti Sawahan, Dukuh Pakis, Wiyung, dan Gayungan, juga termasuk dalam kategori ini. Zona kuning biasanya memiliki infrastruktur yang lebih baik dibandingkan zona merah tetapi tetap menghadapi tantangan dalam mitigasi banjir akibat intensitas hujan tinggi. Terakhir, zona hijau adalah kecamatan dengan risiko banjir terendah, umumnya memiliki ruang hijau lebih luas dan populasi yang tidak sepadat wilayah lain. Kecamatan seperti Benowo, Pakal, Sambikerep, dan Lakarsantri di Surabaya Barat, Bulak dan Kenjeran di Surabaya Utara, serta Karangpilang dan Jambangan di Surabaya Selatan menjadi contoh wilayah dengan tingkat urbanisasi lebih rendah dan potensi banjir yang minimal.



Gambar I.7 Peta *Coastal Flooding* di Surabaya

Gambar I.7 bersumber dari penelitian yang dilakukan oleh (Rahula et al., 2015) merupakan peta *coastal flooding*/banjir rob di Kota Surabaya. Wilayah yang ditandai dengan warna biru tua menunjukkan daerah dengan genangan tertinggi hingga 1,5 meter atau lebih. Daerah ini mencakup kawasan pesisir di bagian utara dan timur Surabaya, yang merupakan wilayah terdekat dengan laut. Tingginya risiko banjir di area ini dipengaruhi oleh faktor kenaikan muka air laut, curah hujan tinggi, serta pasang surut air laut.

Wilayah dengan warna biru muda dan hijau kebiruan menunjukkan daerah dengan genangan sedang hingga rendah, yaitu antara 0,5 hingga 1 meter. Area ini meliputi bagian yang lebih ke tengah kota, namun masih berada dekat dengan wilayah pesisir. Meskipun genangannya tidak setinggi daerah pesisir, wilayah ini tetap rentan terhadap banjir rob, terutama ketika sistem drainase kota tidak mampu mengalirkan air dengan baik saat terjadi intensitas curah hujan yang tinggi. Daerah yang tidak diberi warna (warna krem) adalah wilayah yang tidak terdampak banjir rob, yang umumnya terletak di bagian tengah hingga selatan Kota Surabaya. Wilayah ini relatif lebih aman dari ancaman *coastal flooding* karena letaknya lebih jauh dari laut dan berada pada elevasi yang lebih tinggi. Peta ini menunjukkan bahwa bagian utara dan timur Surabaya merupakan wilayah yang paling rentan terhadap *coastal flooding*, terutama pada saat pasang tinggi atau ketika terjadi kombinasi antara pasang laut dan curah hujan ekstrem.

Penelitian yang dilakukan oleh (Haryo Briantama et al., 2024) menjelaskan bahwa banjir di wilayah Surabaya terjadi karena tingginya debit air yang melampaui kapasitas tampungan sungai, terutama saat curah hujan ekstrem. Fokus dari penelitian ini adalah pemodelan sebaran banjir akibat luapan Sungai Kali Surabaya yang berdampak pada enam kecamatan, yaitu Dukuhpakis, Gayungan, Jambangan, Karangpilang, Wiyung, dan Wonokromo yang menyebabkan *urban flooding*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa genangan banjir di enam kecamatan tersebut mencapai kedalaman 0,1 hingga 0,75 meter, dengan luas genangan yang terus meningkat pada setiap periode kala ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun. Sebaran banjir terluas terjadi di Kelurahan Kebraon, Kecamatan Karangpilang, dengan luas genangan mencapai 82 hektar pada kejadian banjir 13 Februari 2016. Penelitian ini menggarisbawahi bahwa infrastruktur drainase yang kurang optimal dan topografi Surabaya yang sebagian besar berupa dataran rendah memperburuk dampak *urban flooding* ketika sedang terjadi intensitas hujan tinggi.

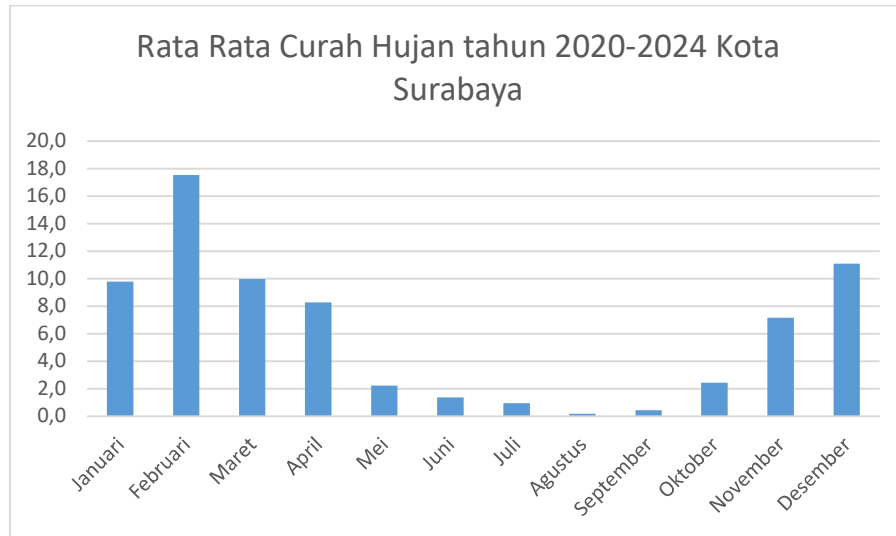
Menurut Nugroho, intensitas curah hujan yang tinggi berpengaruh terhadap volume debit air yang turun pada saluran sungai hingga melebihi kapasitas alirannya (Hasanah et al., 2021). Secara umum berdasarkan data genangan pada triwulan ke IV tahun 2022 menunjukkan bahwa rata-rata ketinggian genangan dari keseluruhan Kota Surabaya adalah 10,92 cm dengan lama genangan rata-rata 19,12 menit (Fadhil et al., 2024). Menurut Pak Eko Hadi Santoso selaku Kepala DATIN (Data Informasi) di Stasiun Meteorologi Perak 1 saat ini, beberapa faktor utama yang menyebabkan banjir saat curah hujan tinggi adalah karena intensitas hujan yang tinggi dalam waktu yang singkat seperti hujan 50 mili per 30 menit (jika volume dibagi waktu lebih besar volume, maka intensitasnya tinggi), hujan yang terjadi terus menerus dari pagi sampai malam (durasi yang panjang dalam musim hujan) yang menyebabkan tanah menjadi jenuh karena air dan menjadi *runoff* (tidak mampu lagi menyerap air).

Penelitian yang dilakukan oleh (Aditiya & Soebagio, 2019) menjelaskan bahwa intensitas curah hujan yang tinggi di wilayah Ketintang, Surabaya, sering kali menyebabkan air hujan tidak dapat terserap dengan optimal ke dalam tanah. Hal ini terjadi karena lahan di wilayah tersebut didominasi oleh permukaan yang sudah tertutup oleh bangunan dan jalan, sehingga tanah kehilangan kemampuan untuk

menyerap air. Akibatnya, air hujan langsung mengalir di permukaan tanah menjadi *runoff*, yang kemudian terkonsentrasi di saluran drainase. Ketika kapasitas saluran drainase tidak mencukupi akibat sedimentasi dan penyumbatan oleh sampah, *runoff* yang berlebihan ini mengakibatkan genangan air.

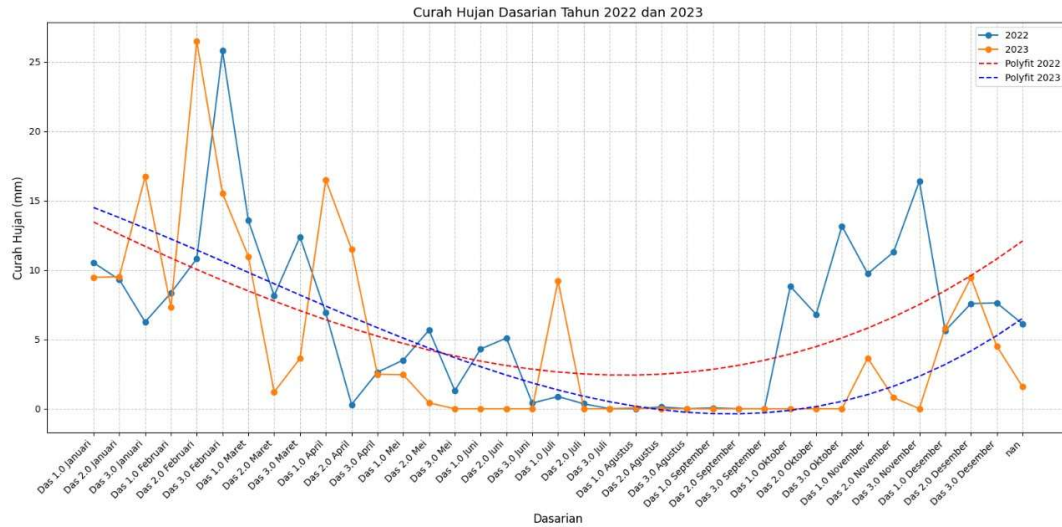
Pada tahun 2018, genangan yang terjadi memiliki kedalaman 19,83 cm dan bertahan selama 76 menit, mencakup area seluas 19,78 hektar. Berdasarkan laporan berita oleh (Riski, 2024) pada website Mongabay menyebutkan salah satu penyebab utama banjir di Surabaya adalah menyempitnya area resapan air akibat alih fungsi lahan hijau menjadi kawasan terbangun, termasuk perumahan elit dan infrastruktur lainnya. Di beberapa wilayah seperti Surabaya Barat dan Timur, hanya sekitar 20-30% air hujan yang dapat meresap ke dalam tanah, sementara sisanya langsung mengalir di permukaan sebagai *runoff*. Hal ini diperparah dengan betonisasi yang masif, termasuk pembangunan di sempadan sungai (area tanah di sekitar sungai yang berfungsi sebagai penyangga antara ekosistem perairan dan daratan) dan saluran air, yang menghalangi infiltrasi air secara alami. Kondisi ini menyebabkan air hujan yang tidak terserap tanah berkontribusi signifikan terhadap genangan dan banjir di wilayah Surabaya.

Penelitian yang dilakukan oleh (Balahanti et al., 2023) di Kecamatan Singkil Kota Manado juga menyebutkan bahwa terjadinya banjir sering kali disebabkan oleh rendahnya kapasitas infiltrasi tanah. Tanah yang tidak mampu lagi menyerap air menyebabkan air hujan langsung mengalir (*runoff*), sehingga meningkatkan risiko genangan dan banjir di wilayah dataran rendah. Fenomena ini diperburuk oleh tingginya intensitas curah hujan, yang mengakibatkan sistem drainase atau aliran sungai tidak mampu menampung volume air yang melimpah. Hal ini menjadi penyebab utama genangan air yang merugikan di berbagai daerah, termasuk di kawasan perkotaan yang padat penduduk.



Gambar 1.8 Rata-rata Curah Hujan Periode 2020-2024 Kota Surabaya

Grafik pada Gambar 1.8 menggambarkan pola rata-rata curah hujan bulanan di Kota Surabaya berdasarkan data tahun 2020-2024 yang telah melalui proses preprocessing dan diperoleh dari Stasiun Meteorologi Perak I Surabaya. Pada grafik tersebut, sumbu vertikal menunjukkan intensitas curah hujan dalam milimeter (mm), sementara sumbu horizontal menunjukkan urutan bulan dari Januari hingga Desember. Berdasarkan data tersebut, curah hujan tertinggi tercatat pada bulan Februari dengan intensitas mencapai hampir 18 mm, diikuti oleh bulan Maret dan Desember dengan intensitas curah hujan masing-masing sekitar 12 mm. Sementara itu, curah hujan mulai menurun drastis sejak bulan Mei, mencapai titik terendah pada bulan Agustus dengan nilai hampir mendekati 0 mm. Periode ini menunjukkan kondisi musim kemarau yang terjadi di Surabaya antara bulan Mei hingga September. Selanjutnya, curah hujan mulai meningkat kembali sejak bulan Oktober dan terus bertambah hingga mencapai puncak kedua pada bulan Desember. Pola ini menggambarkan adanya dua musim yang jelas, yaitu musim hujan di awal dan akhir tahun serta musim kemarau di tengah tahun.



Gambar I.9 Curah Hujan Dasarian Tahun 2022-2023 di Kota Surabaya

Grafik pada Gambar I.9 menggambarkan pola rata-rata curah hujan dasarian di Kota Surabaya untuk tahun 2022 dan 2023 berdasarkan data dari Stasiun Meteorologi I Perak Surabaya yang telah melalui tahap preprocessing. Sumbu horizontal menunjukkan periode dasarian (setiap 10 hari dalam satu bulan) mulai dari awal Januari hingga akhir Desember, sedangkan sumbu vertikal merepresentasikan curah hujan dalam milimeter (mm). Pada grafik, terlihat perbedaan pola curah hujan antara tahun 2022 (garis berwarna biru) dan tahun 2023 (garis berwarna oranye). Tahun 2023 menunjukkan puncak curah hujan tertinggi terjadi pada dasarian pertama hingga ketiga bulan Februari dengan intensitas mencapai lebih dari 26 mm, sedangkan tahun 2022 mencapai puncaknya pada periode yang sama dengan intensitas 25 mm. Secara umum, kedua tahun tersebut menunjukkan tren penurunan curah hujan dari awal hingga pertengahan tahun, terutama pada musim kemarau (Juni hingga September), di mana curah hujan mendekati 0 mm. Namun, tren garis polinomial yang ditunjukkan (garis putus-putus) memperlihatkan perbedaan signifikan menjelang akhir tahun. Tahun 2023 menunjukkan peningkatan curah hujan yang lebih rendah dibandingkan tahun 2022, yang cenderung lebih tinggi pada dasarian November hingga Desember. Tren ini mengindikasikan pola peralihan musim hujan dan musim kemarau di Surabaya serta variasi intensitas curah hujan antar tahun.

Karena Kota Surabaya memiliki risiko tinggi terhadap banjir yang disebabkan curah hujan tinggi saat musim hujan, maka diperlukan peramalan bencana untuk meminimalisir dampak yang tidak diinginkan. Oleh karena itu, diperlukan sistem peramalan, salah satunya adalah dengan memanfaatkan teknologi sistem informasi saat ini, yaitu pembuatan dashboard yang akan meramalkan curah hujan selama 1 tahun ke depan berdasarkan data dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Dengan memanfaatkan dashboard, maka akan lebih mudah dalam melihat data karena data akan divisualisasikan, dimodelkan, serta disajikan secara interaktif.

Data curah hujan adalah data time series (deret waktu) yang dapat diprediksi menggunakan berbagai metode. Pada penelitian ini salah satu metode yang akan diterapkan dalam peramalan hujan adalah model Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA). Model SARIMA cocok digunakan untuk data yang memiliki pola musiman (Aulia et al., 2019). Metode ini merupakan pengembangan dari model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). Penelitian sebelumnya (Hakiqi et al., 2023) melakukan peramalan curah hujan di Kota Bandung berdasarkan data bulanan dengan menggunakan metode SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average). Penelitian ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan informasi curah hujan di masa mendatang yang sangat penting karena mengingat dampak yang disebabkan dari intensitas hujan yang tinggi, seperti banjir. Dalam penelitian tersebut, data curah hujan diambil dari periode Januari 2016 hingga Desember 2021. Penelitian ini menghasilkan model SARIMA $(0,0,0)(0,1,1)_{12}$ diketahui sebagai model terbaik untuk peramalan curah hujan di Kota Bandung selama setahun ke depan. Penelitian lain terkait peramalan menggunakan metode SARIMA juga dilakukan oleh (Fransiska et al., 2019) untuk memodelkan curah hujan bulanan di Kota Bengkulu. Penelitian ini didasari karena curah hujan yang tinggi di Bengkulu, dipengaruhi oleh letak geografisnya yang berbatasan dengan Samudera Hindia yang sering menyebabkan banjir. Dalam penelitian ini, model SARIMA $(0,1,1)(0,1,1)_{12}$ dipilih sebagai model terbaik berdasarkan nilai AIC dan SBC yang rendah, serta hasil peramalan yang mendekati data aktual. Model SARIMA juga digunakan oleh (Septiani et al., 2023) terkait memprakirakan indeks kekeringan di Kota Banjarbaru menggunakan data curah

hujan dari tahun 2007 sampai 2022. Penelitian ini menerapkan model SARIMA untuk memprediksi curah hujan dan menghasilkan prakiraan 12 periode ke depan, yang kemudian digunakan untuk menghitung indeks kekeringan dengan metode Standardized Precipitation Index (SPI). Model terbaik yang diperoleh dari penelitian ini adalah SARIMA (0,2,3)(0,1,1)₁₂ dengan nilai AIC sebesar 1022,60. Indeks kekeringan terparah terjadi pada bulan Januari 2023 dengan nilai -1,774 (kategori kering) dan puncak indeks kekeringan positif tertinggi pada bulan Juni 2023 dengan nilai 0,582 (kategori normal).

Hasil penelitian ini akan menjadi kebermanfaatan yang di visualisasikan kedalam bentuk sistem informasi yaitu *dashboard*. *Dashboard* yang dikembangkan dalam penelitian ini menyajikan peramalan curah hujan menggunakan model SARIMA yang menonjolkan nilai akademis melalui analisis data historis. Berbeda dengan dashboard pada Stasiun Meteorologi Perak I Surabaya yang berfokus pada data curah hujan terkini dari alat meteorologi, dashboard penelitian ini menjelaskan tentang prediksi berbasis analisis deret dimana Stasiun Meteorologi Perak I Surabaya dapat memahami pola dan tren curah hujan di masa depan. Pendekatan ini menjadikan dashboard sebagai alat visualisasi sistem informasi yang menyediakan landasan ilmiah kuat untuk mendukung pengambilan keputusan strategis terkait peramalan curah hujan. Informasi prediktif yang disajikan dapat melengkapi data aktual Stasiun Meteorologi Perak I Surabaya dalam merumuskan kebijakan mitigasi banjir yang lebih efektif di Kota Surabaya.

Bagi BMKG, pembuatan dashboard ini berfungsi sebagai pelengkap signifikan yang mendukung analisis historis (Wahyudi et al., 2022). Dashboard ini membantu BMKG tidak hanya memvalidasi hasil pengukuran dari alat meteorologi tetapi juga menyediakan perspektif prediktif untuk mendukung penyusunan strategi mitigasi bencana berbasis data. Penggunaan model SARIMA efektif dalam memodelkan dan meramalkan curah hujan bulanan, yang dapat meningkatkan akurasi prediksi cuaca (Wahyudi et al., 2022). Dari sisi pemerintah, visualisasi dashboard dapat memberikan dukungan strategis dalam perencanaan mitigasi bencana (PUPR, 2014). Dengan adanya visualisasi memungkinkan pemerintah mengidentifikasi wilayah dengan risiko tinggi, sehingga pemerintah dapat membantu mengambil keputusan (Sun et al., 2020). Dengan penyajian data yang interaktif dan terfokus,

pemerintah dapat lebih mudah memahami apa saja risiko dan keputusan yang diambil.

Peneliti berharap bahwa melalui penerapan model SARIMA, peramalan curah hujan di kota Surabaya dapat dilakukan secara akurat sehingga mampu memberikan informasi yang bermanfaat. Dengan pengembangan dashboard berbasis sistem informasi, diharapkan data curah hujan dapat divisualisasikan secara interaktif dan mudah dipahami oleh berbagai pihak, termasuk pemerintah dan masyarakat.

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan diatas, berikut adalah rumusan masalah pada penelitian ini:

- a. Bagaimana karakteristik curah hujan bulanan di Kota Surabaya?
- b. Bagaimana penerapan model *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) dalam peramalan curah hujan bulanan di Kota Surabaya?
- c. Bagaimana sistem informasi berbasis dashboard dapat menganalisa hasil peramalan SARIMA?

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, berikut adalah tujuan penelitian:

- a. Mengetahui karakteristik curah hujan bulanan di Kota Surabaya.
- b. Membuat model SARIMA untuk meramalkan curah hujan bulanan di Kota Surabaya.
- c. Mengembangkan sistem informasi berbasis dashboard yang mampu memberikan visualisasi peramalan curah hujan secara akurat.

I.4 Batasan Penelitian

Pada bagian ini diuraikan batasan dari penelitian. Subbab ini menyatakan Batasan dan ruang lingkup yang menjadi fokus dari tugas akhir ini. Jika rumusan dan tujuan sudah menjelaskan fokus dari tugas akhir, subbab ini dapat dihilangkan.

- a. Penelitian ini hanya berfokus pada peramalan curah hujan bulanan di Kota Surabaya dengan menggunakan model SARIMA.

- b. Sistem informasi yang dikembangkan dalam bentuk dashboard hanya menampilkan visualisasi peramalan curah hujan.

I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Bagi Universitas Telkom, penelitian ini dapat memberikan kontribusi pengembangan metode berbasis data *time series*, khususnya dalam penerapan model SARIMA.
2. Bagi peneliti lain, penelitian ini dapat menjadi referensi untuk penelitian lanjutan mengenai peramalan curah hujan.
3. Bagi pemerintah Kota Surabaya, penelitian ini memberikan informasi curah hujan bulanan dalam bentuk dashboard yang bisa digunakan untuk mitigasi.
4. Bagi BMKG Stasiun Meteorologi Perak I Surabaya, penelitian ini dapat menjadi pelengkap signifikan dalam bidang akademik yang mendukung analisis historis.
5. Bagi masyarakat umum terutama bagi masyarakat yang tinggal di wilayah rawan banjir di Surabaya, penelitian ini dapat meningkatkan kesadaran akan pola curah hujan dan potensi risiko banjir, sehingga mereka dapat lebih siap dan proaktif dalam menghadapi musim hujan.
6. Bagi pelajar, penelitian ini sebagai *education tool* di bidang akademik yang dapat melihat dan mempelajari alur peramalan yang sudah ada pada dashboard streamlit.