

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut penelitian *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2007) isu perubahan iklim global telah mempengaruhi opini sebagian besar masyarakat dunia dan mulai mewarnai berbagai kebijakan pembangunan di banyak negara termasuk Indonesia. Perubahan iklim merupakan fenomena global yang dipicu naiknya suhu rata-rata atmosfer bumi seiring dengan meningkatnya gas rumah kaca di atmosfer. Hal ini dapat berakibat fatal terhadap keberlangsungan suatu bangsa. Pada *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2010) melaporkan bahwa sedang terjadi kenaikan muka laut dari abad ke-19 hingga abad ke-20 dan kenaikannya pada abad 20 sebesar 0,17 meter. Pada abad ke-20 pengamat geologi mengindikasikan bahwa terjadi kenaikan muka laut dengan temperatur rata-rata laut global yang telah meningkat dengan kedalaman paling sedikit 300 meter.

Masalah utama dalam isu perubahan iklim global yaitu naiknya temperatur rata-rata di dekat permukaan bumi yang disebabkan oleh efek rumah kaca dari gas-gas seperti (karbondioksida, metana, dan nitrogen-oksida). Kenaikan suhu dekat permukaan bumi yang dikenal dengan *global warming* dipercayai akan terus memicu berbagai perubahan seperti ekspansi volume air laut dan mencairnya lapisan es di kedua Kutub Utara (*Green Land*) dan Kutub Selatan (Antartika)

sehingga muka air laut rata-rata akan naik secara global. Berdasarkan hasil-hasil pemodelan iklim dalam kurun waktu 100 tahun ke depan, pemanasan global juga diperkirakan akan mempengaruhi pola iklim yang memicu peluang kejadian peningkatan cuaca dan iklim ekstrim. Berbagai studi IPCC memperlihatkan bahwa telah terjadi kenaikan permukaan laut sebesar 1-2 meter dalam 100 tahun terakhir. Menurut IPCC, pada tahun 2030 permukaan air laut akan bertambah antara 8 – 29 cm dari permukaan air laut saat ini.

Perubahan iklim juga berdampak pada Indonesia karena merupakan negara kepulauan yang beriklim tropis. Indonesia memiliki banyak pulau dan garis pantai terpanjang di dunia nomor 2 yaitu 81.000 km (sekitar 14% dari garis pantai dunia) sementara luas laut Indonesia 3,25 juta km² dengan luas daratan sebesar 1,9 juta km². Kondisi geografis yang seperti ini Indonesia rentan terhadap perubahan iklim yang terjadi dengan cepat. Kenaikan temperatur menyebabkan terjadinya pemuaiannya massa air laut dan kenaikan permukaan air laut. Hal ini akan berdampak pada banyaknya pulau-pulau kecil dan daerah landai di Indonesia akan hilang. Menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, apabila “scenario” IPCC terjadi diperkirakan Indonesia akan kehilangan sebanyak 2000 pulau. Hal ini akan menyebabkan mundurnya garis pantai di sebagian besar wilayah Indonesia atau luas Indonesia akan berkurang.

Berdasarkan data dari 89 stasiun pengamatan BMKG, temperatur normal di Indonesia pada tahun 1981 – 2010 yaitu sebesar 26,6°C sedangkan temperatur rata-rata tahun 2021 yaitu sebesar 27°C. Sepanjang pengamatan periode 1981 hingga 2020 suhu terpanas berada pada tahun 2016 dengan nilai anomali sebesar

0,8°C. Tahun 2021 memiliki nilai anomali sebesar 0,4°C dengan menempati urutan ke-8 tahun terpanas sedangkan tahun 2020 dan 2019 berada di peringkat kedua dan ketiga dengan nilai anomali sebesar 0,7°C dan 0,6°C. Sedangkan besarnya nilai *relative humidity* pada tahun 2021 yaitu berkisar antara 70% - 95%.

Menurut ASHRASE (*Guide for building hot & humid climate*) rasa nyaman daerah tropis berkisar diantara temperatur 23,3°C –26,1°C dengan *relative humidity* sebesar 50%-60%. Sedangkan menurut SNI 03-6572-2001 rasa nyaman didapatkan pada temperatur 20,5°C –27,1°C dengan *relative humidity* berkisar diantara 40%–60%. Dengan melihat standar tersebut maka dapat dilihat bahwa kondisi pada tahun 2021 memberikan rasa kenyamanan termal pada manusia.

Kenyamanan termal mempengaruhi kegiatan manusia karena adanya tanggapan manusia terhadap keadaan termal (suhu) yang dirasakan seperti respon rasa dingin ataupun panas (Karyono, 2010). Kenyamanan termal dapat berdampak terhadap adanya *heat stress* bagi manusia. *Heat stress* dapat berdampak secara fisiologis maupun psikis. Dampak lanjutan *heat stress* apabila tidak segera dilakukan penindakan berupa *heat rash*, *heat cramps*, *heat exhaustion* dan *heat stroke* (Soedarto, 2015).

Selain kondisi kenyamanan termal, kondisi kenyamanan iklim juga berpengaruh terhadap aktivitas manusia. Kenyamanan iklim memanfaatkan dari berbagai informasi salah satunya Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) ataupun berdasarkan data dari reanalisis dengan parameter temperatur (°C) dan *relative humidity* (%) untuk mengetahui kenyamanan dan adaptasi terhadap termal serta dapat menggunakan metode *Temperature Humidity Index*

(THI) berdasarkan persamaan yang dibuat oleh Nieuwolt (Emmanuel, 2005). Metode THI tersebut akan menghasilkan skala indeks untuk menentukan efek dan kondisi kenyamanan yang dirasakan manusia berdasarkan temperatur dan *relative humidity* di suatu wilayah.

Penelitian ini membutuhkan model yang dapat mensimulasikan iklim dalam memprediksi perubahan iklim masa sebelumnya dan masa sekarang untuk menghasilkan skenario perubahan iklim masa depan yang melibatkan data skala besar seperti *Earth System Models* (ESM). Dibandingkan dengan generasi model sebelumnya, ESM menggabungkan komponen tambahan yang menggambarkan interaksi atmosfer dengan penggunaan lahan dan vegetasi, serta secara eksplisit memperhitungkan kimia atmosfer, aerosol, dan siklus karbon atmosfer (Overview & Design, 2012). Menurut Ratag (2001) data dari luaran ESM berskala global masih belum mampu mempresentasikan iklim berskala lokal. Skala yang digunakan dalam luaran ESM memiliki resolusi yang rendah sehingga tidak mempresentasikan iklim lokal. Salah satu cara untuk meningkatkan skala sehingga menyamakan iklim lokal dibutuhkan metode *Downscaling*.

Metode *Downscaling* merupakan teknik yang berfungsi mentransformasikan grid dengan unit berskala besar menjadi data pada grid-grid dengan unit berskala lebih kecil (Wigena, 2006). Teknik *Downscaling* dibagi menjadi dua yaitu *Dynamical Downscaling* dan *Statistical Downscaling*. *Dynamical Downscaling* mencakup model iklim secara regional yang bersarang ke dalam sebuah model iklim global (Devak & Dhayana, 2014). Metode *Dynamical Downscaling* paling kompleks karena membutuhkan persamaan dinamika atmosfer yang memerlukan

perangkat keras dengan kecepatan tinggi dan kapasitas memori yang besar serta membutuhkan waktu komputasi yang cukup lama (Haryoko, 2004). Sedangkan *Statistical Downscaling* (SD) adalah proses *Downscaling* yang bersifat statistik dimana data pada grid-grid berskala besar dalam periode dan jangka waktu tertentu digunakan sebagai dasar untuk menentukan data pada grid berskala kecil (Wigena, 2006). *Statistical Downscaling* menggunakan model *statistic dalam* menggambarkan hubungan antara data pada grid berskala global (*predictor*) dengan data pada grid yang berskala lokal (*respon*) untuk menterjemahkan anomali-anomali skala global menjadi *anomaly* dari beberapa peubah iklim lokal (Zorita dan Storch 1999). Sehingga pada penelitian ini teknik *Downscaling* yang digunakan adalah *Statistical Downscaling* karena berdasarkan letak wilayah Indonesia yang beriklim tropis dengan ketersediaan data yang terbatas dengan wilayah yang cukup luas dan banyak pulau-pulau untuk menurunkan skala lokal dalam penelitian ini sangat cocok bila dipadukan dengan metode *Statistical Downscaling*.

Dalam beberapa tahun terakhir, telah dikembangkan metode yang menggabungkan *Statistical Downscaling* dengan koreksi bias yang bertujuan untuk mengurangi bias hasil *Downscaling* sehingga lebih *representative* terhadap iklim lokal. Menurut Science, (2021) ada berbagai macam koreksi bias yaitu seperti *Quantile Mapping*, *Linear Scalling* dan *Variance Scalling* namun untuk memprediksi iklim koreksi bias yang paling baik digunakan yaitu *Quantile Mapping*. Pada penelitian Piani et al., (2010) bias koreksi dianggap mampu meminimalkan bias yang terdapat pada data luarann GCM sehingga dikembangkan suatu metode koreksi bias yaitu *Quantile Mapping* yang dimana metode ini mampu

mengkoreksi bias luaran GCM dengan baik.

Koreksi bias *Quantile Mapping* (QM) yang telah banyak digunakan seperti pada penelitian (Thiemeßl et al., 2012) *Quantile Mapping* (QM) digunakan untuk mengkalibrasi *Cumulative Distribution Function* (CDF) dari data yang dimodelkan ke dalam CDF pengamatan menggunakan *Transfer Function* (TF). Gudmundsson et al., (2012) melakukan penelitian membandingkan metode koreksi bias yang berbeda dan menunjukkan bahwa *Quantile Mapping* memiliki keterampilan terbaik dalam mengurangi bias dari presipitasi RCM. Chen et al., (2013) menilai dampak hidrologis metode koreksi bias dan menunjukkan bahwa metode berbasis distribusi termasuk *quantile mapping* secara konsisten lebih baik daripada metode berbasis rata-rata. *Quantile Mapping* (QM) merupakan suatu konsep untuk mengoreksi bias sistematis dalam beberapa kuantil dari distribusi iklim yang dapat diamati. Hasil dalam mengoreksi bias dalam simulasi historis melalui data observasional dan koreksi bias ini mengungguli metode koreksi sederhana hanya berhubungan dengan mean dan varians.

Penelitian terdahulu tentang *Statistical Downscaling* pernah dilakukan oleh (Sobie & Murdock, 2017) membandingkan hasil peningkatan simulasi *Downscaling* pada skala lokal dengan metode *Climate Imprint* dengan *Bias Correction Constructed Analogs with Quantile Mapping* (BCCAQ) memberikan pengurangan kesalahan *relative* terhadap stasiun skala lokal dibandingkan yang berasal dari kumpulan data global. Fauzi et al., (2020) melakukan penelitian tentang koreksi bias dan *Statistical Downscaling* pada data luaran ESM untuk proyeksi curah hujan dan temperatur maksimum di Indonesia. Serta penelitian yang menggunakan

metode *Quantile Mapping* untuk mengoreksi bias dari data prediksi cuaca yaitu curah hujan di pulau Bali (Laeldy, 2018). Selanjutnya (Piani et al., 2010) melakukan penelitian tentang koreksi bias statistik pada data curah hujan harian wilayah Eropa dengan menggunakan pendekatan *Quantile Mapping*.

Berdasarkan penjelasan di atas hingga saat ini belum terdapat penelitian yang secara spesifik menganalisis koreksi bias temperatur rata-rata dan *relative humidity* di Indonesia. Sehingga peneliti akan melakukan koreksi bias terhadap hasil *Downscaling* dengan metode *Quantile Mapping* (QM) untuk memproyeksikan *Temperature Humidity Index* (THI) dibawah skenario perubahan iklim.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan dapat dirumuskan beberapa permasalahan dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana gambaran hasil *Downscaling* dan koreksi bias dengan metode QM pada variabel temperatur dan *relative humidity*?
2. Bagaimana evaluasi hasil koreksi bias dengan metode QM pada variabel temperatur dan *relative humidity*?
3. Bagaimana gambaran *Temperature Humidity Index* (THI) Indonesia di bawah skenario perubahan iklim?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dalam penelitian ini ingin mencapai tujuan

sebagai berikut:

1. Mengetahui gambaran hasil *Downscaling* dan koreksi bias dengan metode QM pada variabel temperatur serta *relative humidity*.
2. Mengevaluasi hasil koreksi bias dengan metode QM pada variabel temperatur dan *relative humidity*.
3. Mengetahui gambaran *Temperature Humidity Index* (THI) Indonesia dibawah skenario perubahan iklim.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan melalui penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini dapat membantu Badan Meteorologi Klatologi dan Geofisika (BMKG) maupun institusi lainnya dalam melakukan koreksi bias dari hasil *Downscaling* pada variabel temperatur dan *relative humidity* di Indonesia.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Masyarakat

Penelitian ini dapat membantu masyarakat untuk mengetahui prediksi temperatur dan *relative humidity* di Indonesia yang telah terkoreksi bias.

b. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini dapat membantu mahasiswa untuk dapat mengembangkan koreksi bias *Statistical Downscaling* dengan metode *Quantile Mapping* yang dapat menjadi referensi dalam penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang dan rumusan masalah, batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data temperatur rata-rata dan kelembapan relatif udara di wilayah Indonesia. Data tersebut merupakan data skenario dan data reanalisis. Data skenario diperoleh dari *Earth Sistem Grid Federasi (ESGF)* skenario RCP 45 dengan menggunakan data variabel temperatur rata-rata harian dan *relative humidity* harian. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah CSIRO-Mk3.6.0. Sedangkan data reanalisis diperoleh dari *Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC)* yang merupakan data MERRA-2. Data penelitian yang digunakan merupakan data harian dengan kurun waktu untuk data CSIRO-Mk.3.6.0 yaitu dimulai dari 1 Januari 2006 – 31 Desember 2100. Sedangkan pada MERRA-2 untuk variabel temperatur dimulai dari 1 Januari 2006 – 31 Desember 2021 dan variabel *relative humidity* dari 1 Januari 2006 – 28 Februari 2019.
2. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah model *Statistical*

Downscaling dengan metode *Quantile Mapping* (QM).

3. Aplikasi yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah Panoply, R dan Python.

