

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pemodelan dan prediksi banjir di daerah pesisir perkotaan merupakan hal yang menantang. Banjir pesisir perkotaan dipengaruhi oleh berbagai macam kombinasi faktor lingkungan, geografis, dan kehidupan sosial manusia yang berbeda-beda. Faktor lingkungan yang berkontribusi terhadap banjir pesisir meliputi curah hujan, angin, pasang surut air laut, dan muka air tanah. Faktor geografis seperti ketinggian, dan sifat tanah, kedekatan dengan pantai, penggunaan lahan juga menjadi kunci untuk prediksi pemodelan tersebut (Sadler dkk., 2018).

Model ARIMA dapat digunakan untuk memprediksi hasil tangkapan ikan Seer dan Mullet berdasarkan data dari tangkapan tahunan yang dilaporkan oleh *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) dari tahun 1971 hingga 2014. Model ARIMA (5,1,5) untuk ikan Seer dan model ARIMA (2,2,1) untuk mullet menunjukkan kesesuaian yang baik terkait data observasi pada jumlah tangkapan berdasarkan kriteria informasi *Akaike*. Hasil penelitian menunjukkan model ARIMA menjadi metode yang sesuai untuk analisis statistik. Dalam situasi perikanan yang kekurangan data, metode ini dapat mendukung evaluasi potensial produksi perikanan untuk pengambilan keputusan dan manajemen (Selvaraj dkk., 2020).

Pada prediksi harga beras model ARIMA digunakan memantau pergerakan harga beras sehingga dapat dilakukan pengawasan dan pengontrolan perdagangan beras. Dalam hal ini pengawasan harga dilakukan untuk menjaga stabilitas harga agar tidak merugikan produsen dan konsumen. Model yang dipakai dalam penelitian ini yaitu model ARIMA (1,1,2) untuk meramal beras kualitas medium periode data Januari 2015. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan hasil yang cukup akurat dalam jangka waktu pendek-medium. Jadi perlu pembaharuan data secara berkelanjutan untuk menghasilkan prediksi yang akurat di masa mendatang (Ohyver dan Pudjihastuti, 2018).

ARIMA juga diterapkan dalam prediksi konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca (GRK) untuk mengetahui tren pemakaian energi dan efeknya terhadap lingkungan. Prediksi menggunakan model ARIMA (1,0,0) dan (0,1,1) karena merupakan model yang paling cocok untuk konsumsi energi sedangkan mengenai emisi GRK, model ARIMA (0,1,4) dan (0,1,1) adalah model yang paling pas. Dalam kedua kasus tersebut, prakiraan serupa dengan model tren acak musiman, namun tampak lebih mulus karena pola musiman dan tren dirata-ratakan secara efisien untuk konsumsi energi dan juga emisi GRK. Pemilihan model ARIMA yang tepat untuk indikator ini menjadi penentu dalam akurasi prediksi untuk pengelolaan lingkungan yang lebih baik (Sen dkk., 2016).

Penentuan ketersediaan air irigasi dan konsumsi juga dapat diramalkan dengan salah satu model ARIMA. Model dibangun dengan data debit sepanjang 9 periode yaitu 2008/2009 s/d 2016/2017, untuk memprediksi debit periode 2017/2018. Dari sepuluh model tentatif yang diperoleh, hanya terdapat lima model yang layak digunakan. Model terbaik yaitu model ARIMA (2,0,1) dan (1,2,1). Pada model (2,0,1) intensitas tanam padi meningkat dari 55,79% menjadi 64,50%, dan produksi meningkat sebesar 13,50%, sedangkan pada model (1,2,1) intensitas tanam padi meningkat dari 37,22% menjadi 49,99%, dan produksi meningkat sebesar 25,54% (Rahayu dkk., 2019).

Berbagai metode prediksi deret waktu ada yang menggunakan model linier dan non-linier secara terpisah, atau kombinasi keduanya. Menggabungkan model linier dan non-linier dapat efektif untuk meningkatkan kinerja prediksi. Namun, beberapa asumsi yang dibuat oleh metode yang ada, mungkin membatasi kinerjanya dalam situasi tertentu. Metode *hybrid Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) - Artificial Neural Network (ANN)* yang bekerja dalam kerangka yang lebih umum. Hasil percobaan menunjukkan bahwa strategi untuk menguraikan data asli dan untuk menggabungkan model linier dan non-linier selama proses hibridisasi merupakan faktor kunci dalam kinerja metode prediksi. Dengan menggunakan temuan ini, metode *hybrid* yang diusulkan digabungkan dengan teknik *Empirical Mode Decomposition (EMD)* yang menghasilkan komponen yang

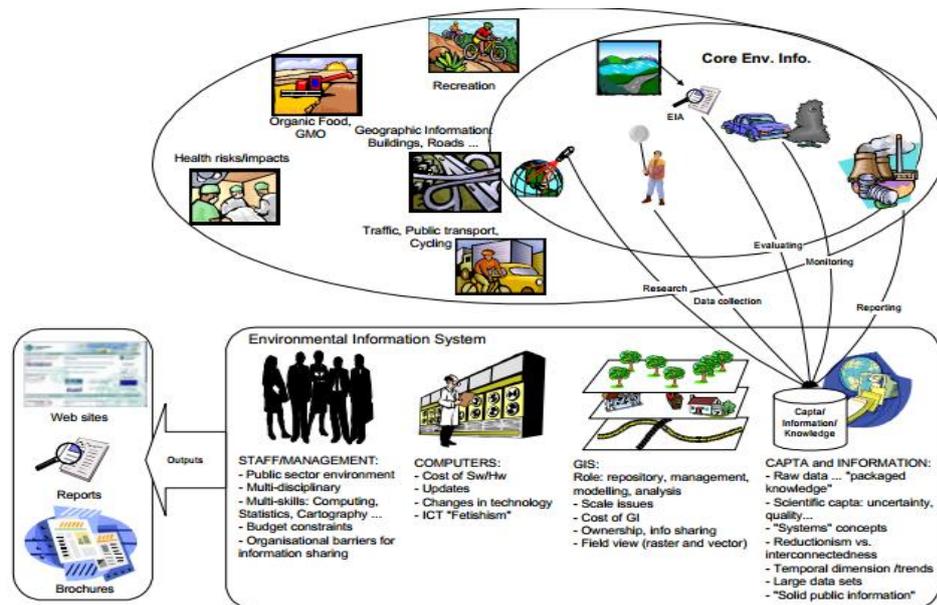
lebih dapat diprediksi. Metode *hybrid* dan EMD dapat menjadi cara yang efektif untuk meningkatkan akurasi perkiraan yang diperoleh dengan metode *hybrid* tradisional dan juga metode *individual* yang digunakan secara terpisah (Büyükşahin and Ertekin, 2019).

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Sistem Informasi Lingkungan (EIS – *Environtemtal Information System*)

Sistem Informasi lingkungan (EIS) merupakan gabungan dari beberapa sistem informasi yang digunakan untuk mengukur keadaan lingkungan, sistem ini biasanya menggunakan beberapa sensor yang ditempatkan sesuai dengan tujuan dari pengukuran lingkungan. Sensor-sensor yang biasa dipakai antara lain adalah sensor cuaca, sensor tingkat polusi udara, sensor pengukur curah hujan dan lain sebagainya yang diintegrasikan ke dalam sebuah sistem yang dikelola oleh dinas pemerintahan pada suatu daerah (Nativi dkk., 2015).

Sistem yang telah terintegrasi nantinya dapat digunakan sebagai sistem deteksi dini atau *early warnig system* (EWS) ataupun sistem prediksi bencana alam. Dalam beberapa tahun terakhir EIS telah berkembang pesat dan telah digunakan oleh kota – kota besar di dunia untuk mengurangi dampak akibat bencana alam. EIS dapat diterapkan dalam bidang kesehatan, industri, tata ruang, transportasi dan bidang lainnya (Nativi dkk., 2015). Implementasi EIS dapat diterapkan dalam berbagai lingkungan seperti dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Implementasi EIS (Nativi dkk., 2015)

2.2.2 Deret Waktu / Time Series

Deret waktu merupakan rangkaian data yang ter-indeks dalam urutan waktu, secara umum deret waktu adalah urutan data yang diambil pada titik waktu yang sama sehingga dapat dianalisa dan berguna untuk melihat perubahan variabel dari waktu ke waktu (Al-Hmouz dkk., 2015). Deret waktu sering digambarkan dengan diagram garis temporal atau *run chart*. Deret waktu biasanya digunakan dalam pemrosesan sinyal, pengenalan pola, keuangan, matematika, prakiraan cuaca, prediksi gempa, astronomi, teknik komunikasi dan sebagian besar metode sains dan teknik terapan yang melibatkan pengukuran temporal.

Analisis deret waktu terdiri dari metode untuk menganalisa dan mengekstrak data statistik yang memiliki nilai dan karakteristik. Perkiraan deret waktu dapat juga digunakan untuk memprediksi nilai masa depan dengan nilai historis yang diamati sebelumnya. Analisis deret waktu dapat diterapkan pada data nyata, data berkelanjutan, data numerik diskrit atau data simbolik diskrit seperti karakter dan huruf dan kata.

Gerakan-gerakan khas dari data runtun waktu dapat digolongkan ke dalam empat kelompok utama, yang sering disebut komponen-komponen runtun waktu (Ibnu dkk., 2014) :

1. Gerakan jangka panjang atau sekuler
2. Gerakan siklis (*cyclical movements*) atau variasi siklis
3. Gerakan musiman (*seasonal movements*) atau variasi musim
4. Gerakan tidak teratur atau acak (*irregular or random movements*)

2.2.3 ARIMA

Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) atau yang juga dikenal dengan deret waktu *box-jenkins* merupakan salah satu turunan dari algoritma deret waktu yang secara penuh mengabaikan independensi variabel dalam pembuatan ramalan (Akhter dkk., 2020). ARIMA menggunakan nilai masa lalu dan sekarang dari variabel dependen untuk menghasilkan prediksi jangka pendek yang akurat, namun untuk prediksi jangka panjang ketepatan prediksinya kurang baik. Tujuan ARIMA adalah untuk menentukan hubungan statistik yang baik antar variabel yang diramal dengan nilai historis variabel tersebut sehingga prediksi dapat dilakukan dengan model tersebut (Sen dkk., 2016).

ARIMA merupakan salah satu metode statistik kombinasi dan pengembangan dari metode deret waktu atau *time series*. Metode ini cukup efektif untuk melakukan prediksi yang menggunakan variabel deret waktu sebagai data analisa utama seperti data bencana alam, saham, harga pangan, data penjualan dan permintaan barang. Dalam prediksi jangka pendek-menengah akurasi hasil prediksi menggunakan ARIMA merupakan salah satu yang cukup akurat tapi untuk akurasi jangka panjang prediksi akan cenderung datar dan tidak akurat (Selvaraj dkk., 2020).

Model ARIMA dibagi dalam 3 unsur, yaitu: model *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), dan *Integrated* (I). Ketiga unsur ini bisa dimodifikasi sehingga membentuk model baru, misalnya model *autoregressive* dan *moving average* (ARMA). Namun, apabila mau dibuat dalam bentuk umumnya menjadi ARIMA(p,d,q), p menyatakan ordo AR, d menyatakan ordo I dan q menyatakan

ordo MA. Apabila modelnya menjadi AR maka model umumnya menjadi ARIMA(1,1,0) (Wang dkk., 2018).

a. Autoregressive (AR)

Bentuk umum dari model *autoregressive* dengan ordo p (AR(p)) atau model ARIMA (p,0,0) dinyatakan sebagai berikut :

$$X_t = \mu' + \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + e_t \quad (2.1)$$

dimana :

μ' : suatu konstanta

ϕ_p : parameter *autoregressive* ke-p

e_t : nilai kesalahan pada saat t

Maksud dari *autoregressive* yaitu nilai x dipengaruhi oleh nilai x periode sebelumnya hingga periode ke-p, jadi yang berpengaruh di sini adalah variabel itu sendiri.

b. Integrated (I)

Bentuk umum dari model *integrated* dengan ordo d (I(d)) atau model ARIMA(0,d,0), *integrated* di sini adalah menyatakan perbedaan dari data, maksudnya bahwa dalam membuat model ARIMA syarat keharusan yang harus dipenuhi adalah data stasioner. Apabila data stasioner pada level maka ordonya sama dengan 0, namun apabila stasioner pada perbedaan pertama maka ordonya 1, dan seterusnya.

c. Moving Average (MA)

Bentuk umum dari model *moving average* dengan ordo q (MA(q)) atau model ARIMA (0,0,q) dinyatakan sebagai berikut:

$$X_t = \mu' + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-k} \quad (2.2)$$

dimana :

μ' : suatu konstanta

θ_1 sampai dengan θ_t merupakan parameter *moving average*

e_{t-k} : nilai kesalahan pada saat $t-k$

Maksud dari *moving average* yaitu nilai variabel x dipengaruhi oleh eror dari variabel x tersebut.

Selain unsur pembentuk ARIMA ketiga di atas, metode ini juga dibagi dalam dua bentuk model yaitu ; model ARIMA tanpa musiman dan model ARIMA musiman. Model ARIMA tanpa musiman tidak terpengaruh oleh faktor waktu musim. Bentuk umum ARIMA (p,d,q) dapat dinyatakan dalam rumus persamaan berikut :

$$(1 - B)(1 - \phi_1 B)X_t = \mu'(1 - \theta_1 B)e_t \quad (2.3)$$

atau

$$Y_t = \mu + Y_{t-1} + \phi(Y_{t-1} - Y_{t-2}) - \theta e_{t-1} \quad (2.4)$$

Sedangkan ARIMA musiman merupakan model ARIMA yang dipengaruhi oleh faktor waktu musim. Model ini biasa disebut *Season ARIMA* (SARIMA). Bentuk umum dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$(1 - B)(1 - \phi_1 B)X_t = \mu' + (1 - \theta_1 B)e_t \quad (2.5)$$

2.2.4 Banjir Rob (*Coastal Flooding*)

Ada berbagai jenis macam banjir dilihat dari penyebabnya, salah satunya banjir rob yang merupakan banjir yang diakibatkan oleh air laut pasang yang menggenangi daratan karena permukaan yang lebih rendah dari permukaan air laut. Selain itu pemanasan global yang menyebabkan mencairnya es di kutub utara dan selatan menjadi penyebab utama naiknya permukaan air laut yang menyebabkan banjir rob sering terjadi (Buchori dkk., 2018). Saat ini banjir rob merupakan bencana yang mengancam hampir seluruh negara di dunia yang memiliki garis pantai dikarenakan pengaruh pemanasan global. naiknya suhu panas global menjadikan es di sekitar kutub utara dan selatan bumi mencair sehingga mengakibatkan naiknya permukaan air laut (Noymanee dkk., 2017).

Ada beberapa karakteristik yang membedakan banjir rob dengan banjir lainnya, antara lain :

- a. Terjadi pada saat air laut pasang
- b. Air tidak keruh
- c. Bisa terjadi pada musim kemarau
- d. Biasanya terjadi pada wilayah dataran rendah

Selain karakteristik di atas rob juga biasanya terjadi pada saat terjadi badai di wilayah lautan yang berhubungan langsung dengan daratan sehingga mengakibatkan naiknya gelombang air laut sehingga menyebabkan air laut menuju daratan (Sadler dkk., 2018). Selain itu ada beberapa faktor yang menyebabkan banjir rob, baik itu faktor langsung maupun tidak langsung (Pellicka dkk., 2018) antara lain :

- a. Pemanasan global
- b. Pemanfaatan air tanah yang berlebihan
- c. Kurangnya hutan bakau
- d. Keadaan topografi suatu wilayah
- e. Fenomena penurunan muka tanah
- f. Perubahan fungsi lahan muara
- g. Penyempitan sungai
- h. Sistem drainase yang tidak terawat
- i. Membuang sampah di sungai