

Peramalan Bandwidth Jaringan Internet User Pada Kantor Pusat Kementerian Keuangan Dengan Menggunakan Metode Holt-Winters

Januar Malik Mahardika¹, Raden Anggia Apriani Djumhana^{1*}, Arief Wibowo²

¹Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Budi Luhur, Indonesia.

²Program Studi Sistem Informasi, Universitas Budi Luhur, Indonesia.

Artikel Info

Kata Kunci:

Bandwidth;
Internet;
Holt-Winters;
Peramalan.

Keywords:

Bandwidth;
Internet;
Holt-Winters;
Forecasting.

Riwayat Artikel:

Submitted: 9 Mei 2023

Accepted: 10 Oktober 2023

Published: 10 November 2023

Abstrak: Saat ini kebutuhan internet adalah suatu hal yang tidak bisa tidak dipisahkan dalam pekerjaan dan aktivitas sehari-hari. Seperti halnya di Kementerian Keuangan (Kemenkeu), jaringan internet merupakan salah satu faktor penting dalam menjalankan infrastruktur dan layanan sistem TIK. Terutama kebutuhan akan akses email, aplikasi - aplikasi core Kemenkeu serta Stakeholder, dan yang saat ini sedang populer adalah aplikasi video conference seperti zoom, Webex, ms.teams, google meet dan lain sebagainya. Ditambah lagi dengan diimplementasikannya collaboration tools Microsoft office 365 di Kemenkeu, menjadikan jaringan internet dirasa sangat krusial untuk user Kemenkeu saat ini. Berdasarkan kebutuhan tersebutlah dirasa perlu untuk dilakukannya peramalan bandwidth jaringan internet pada kantor pusat Kemenkeu. Adapun metode yang digunakan adalah menggunakan metode Holt-Winters. Data yang digunakan merupakan data historis mingguan selama 1 tahun pada periode 2022. Hasil dari peramalan yang dilakukan dengan menggunakan metode Holt-Winters adalah menghasilkan nilai RMSE sebesar 177,209 dan menghasilkan peramalan bandwidth hingga periode 2024. Peramalan ini dilakukan agar dapat digunakan sebagai dasar data dukung untuk menentukan kebutuhan bandwidth internet user pada kantor pusat Kemenkeu untuk tahun 2025. Sehingga nantinya akan muncul perkiraan anggaran yang dibutuhkan dalam menyediakan layanan internet pada kantor pusat Kemenkeu.

Abstract: At this time the needs related to the internet is something that is very important and cannot be separated in carrying out work and daily activities. As in the Ministry of Finance (Ministry of Finance), the internet network is an important factor in running ICT infrastructure and system services. Especially the need for email access, core applications from the Ministry of Finance and Stakeholders, and what is currently popular are video conferencing applications such as zoom, Webex, ms.teams, google meet and so on. Coupled with the implementation of Microsoft office 365 collaboration tools at the Ministry of Finance, making the internet network felt very crucial for the current Ministry of Finance users. Based on this need, it is deemed necessary to forecast the bandwidth of the internet network at the Ministry of Finance's central office. The method used is by using the Holt-Winters method. The data used is weekly historical data for 1 year in the 2022 period. The results of the forecasts carried out using the Holt-Winters method are to produce an RMSE value of 177.209 and generate bandwidth forecasts for the 2024 period. This forecast is done so that it can be used as a basis for supporting data for determine internet user bandwidth requirements at the Ministry of Finance's head office for 2025. So that later an estimate of the budget needed to provide internet services at the Ministry of Finance's head office will appear.

Corresponding Author:

Raden Anggia Apriani Djumhana

Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Budi Luhur, Indonesia.

Alamat: Jl. Ciledug Raya, Petukangan Utara, Jakarta Selatan, Indonesia.

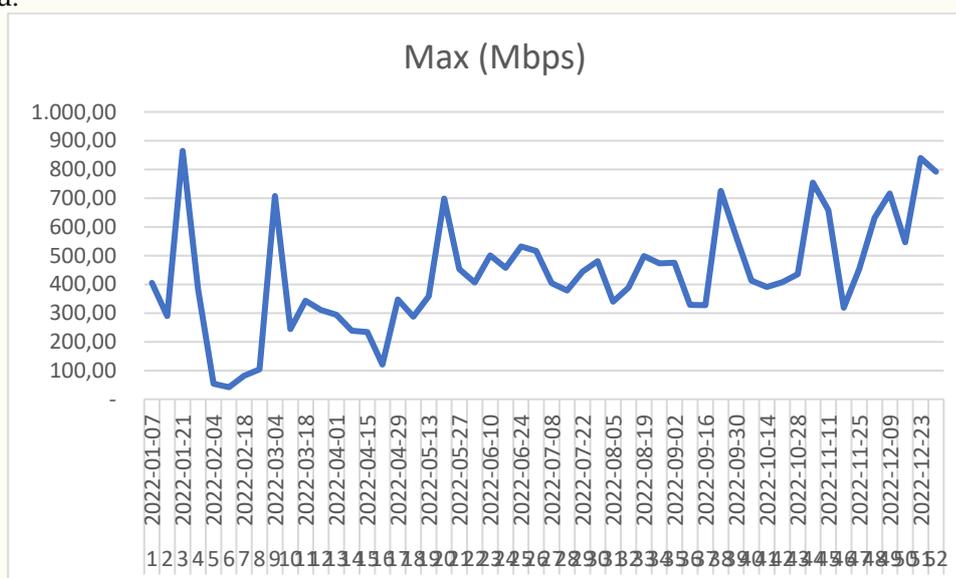
Email: 2111601916@student.budiluhur.ac.id

PENDAHULUAN

Jaringan internet merupakan hal yang tidak dapat dilepaskan serta menjadi kebutuhan pokok pada saat ini, baik dalam melaksanakan suatu pekerjaan ataupun kegiatan sehari-hari. Saat ini jaringan internet berkembang dengan sangat pesat seiring dengan berkembangnya teknologi dan informasi. Aliran data dominan yang membawa 80 persen dari seluruh lalu lintas web di jaringan komputer adalah peer-to-peer (P2P), yaitu aplikasi berbagi file dan aplikasi pengiriman video seperti Youtube (Herdian et al., 2020). Jaringan internet pada saat ini tidak hanya terbatas pada penggunaan kabel LAN tetapi juga penggunaan wireless. Pada tahun 2012 diketahui pertumbuhan pengguna sistem komunikasi wireless sangat pesat yaitu sebesar 37% dan tahun 2013 45,4% (P et al., 2014).

Kecepatan internet memiliki dua hal yaitu kecepatan download dan upload. Kedua hal ini merupakan faktor terpenting dalam menggunakan informasi dan data. Banyak hal yang dapat mempengaruhi kecepatan dari kedua hal tersebut, diantaranya adalah kapasitas dan efisiensi bandwidth yang digunakan (Pratama et al., 2022). Bandwidth merupakan sumber daya jaringan yang sangat penting tetapi mahal yang harus dikelola dengan baik sehingga pemilik dan pengguna jaringan dapat mengharapkan kinerja maksimal yang dibutuhkan (Efrian et al., 2022).

Pusat Sistem Informasi Dan Teknologi Keuangan (Pusintek) adalah merupakan salah satu unit Eselon II di bawah Sekretariat Jenderal Kementerian Keuangan. Salah satu visi Pusintek yaitu menjadi penggerak utama transformasi TIK yang berkelanjutan menuju terwujudnya visi Kementerian Keuangan. Sesuai dengan Peraturan Menteri Keuangan Nomor 118/PMK.01/2021 tentang Organisasi Dan Tata Kerja Kementerian Keuangan, Pusintek mempunyai tugas salah satunya adalah pengelolaan jaringan komunikasi data. Adapun tugas tersebut salah satunya yaitu pengelolaan jaringan internet user yang berada pada kantor pusat Kemenkeu. Menjaga ketersediaan layanan merupakan bagian tugas dari pengelolaan jaringan komunikasi data, yang mana sangat dibutuhkan oleh pegawai-pegawai Kemenkeu.



Gambar 1. Utilisasi Internet User Kantor Pusat Kementerian Keuangan Tahun 2022

Pada gambar 1 menampilkan laporan utilisasi penggunaan internet pada kantor pusat Kemenkeu selama periode tahun 2022. Data diperoleh dari hasil ekspor monitoring jaringan perhari dengan menggunakan aplikasi Cacti dan diolah menjadi data mingguan. Dari data tersebut diambil

utilisasi bandwidth yang paling maksimal di setiap minggunya, sebagai representasi penggunaan akses jaringan internet user mencapai peaknya pada minggu tersebut.

Dengan pertimbangan inilah dikumpulkan data tersebut sebagai acuan alokasi bandwidth internet user. Dalam melaksanakan tugas dan fungsinya sebagai pengelolaan jaringan komunikasi data, Pusintek mempunyai kewajiban untuk menjaga ketersediaan utilisasi bandwidth jaringan internet pada kantor pusat Kemenkeu. Untuk merencanakan pengalokasian bandwidth jaringan internet user pada kantor pusat Kemenkeu, Pusintek pada saat ini belum memanfaatkan data terdahulu untuk merencanakan pengalokasian di masa yang akan datang. Maka untuk mendukung pekerjaan dan visi misi Kemenkeu tersebut, maka dirasa perlu untuk dilakukan peramalan untuk utilisasi penggunaan bandwidth internet user pada kantor pusat Kemenkeu di masa mendatang.

Pada penelitian sebelumnya yang bertujuan untuk melakukan peramalan utilisasi bandwidth jaringan, peramalan suatu harga atau stok barang, dan persediaan salah satunya adalah dengan menggunakan metode Holt – Winters (Aribowo et al., 2020; Mariz et al., 2022; Putra et al., 2018; Taufiq et al., 2020). Metode ini biasa digunakan untuk peramalan dan merupakan metode yang dapat mengatasi suatu faktor tren serta musiman secara simultan pada contoh kasus data deret waktu (time series) (Sriwindono & Putranto, 2022). Menurut Makridakis, dkk (1999) dalam jurnal A. Aryati, I. Purnamasari, dan Y. N. Nasution (Aryati et al., 2020), tahun 1957, C.C. Holt melakukan pengusulan metode pemulusan eksponensial yang dapat diterapkan pada data time series tanpa elemen tren serta musiman. Data periodik (time series) adalah suatu data yang disusun menurut tahun, bulan, minggu, dll (Suryani, Retno Vipyana; Rosmawan, Tedy; Ikhwan, 2016).

Pada penelitian ini, yang membedakan dari penelitian sebelumnya yaitu area yang dilakukan penelitian dan pengujiannya berfokus pada objek internet user kantor pusat Kemenkeu, dengan harapan dapat menambah variasi area penelitian dengan menggunakan metode holt winter.

Ramalan atau yang disebut juga prediksi merupakan suatu perkiraan tentang sesuatu atau pun hal yang belum terjadi. Peramalan juga dapat diartikan sebagai seni dan juga merupakan ilmu yang memprediksi kejadian di masa depan. Peramalan dilakukan dengan tujuan untuk memprediksi sesuatu berdasarkan atas variable bebas dan/ataupun terikat (Rumini & Norhikmah, 2020). Ramalan dikelompokkan berdasar pada horizon waktu dimasa depan yang dalam cakupannya dan waktu dibagi 3 kategori yaitu peramalan jangka pendek, peramalan jangka menengah dan peramalan jangka Panjang (Noh et al., 2015). Dengan melakukan peramalan ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan bandwidth jaringan internet user dimasa akan datang. Hal ini juga akan berkaitan dengan kontrak/pengadaan sewa jasa internet user ke provider oleh Pusintek sebagai pengelola IT Kementerian Keuangan. Sehingga Pusintek selaku pengelola layanan dapat memprediksi kebutuhan bandwidth jaringan internet user yang akan dialokasikan pada kantor pusat Kemenkeu.

Adapun peramalan yang dilakukan dengan menggunakan metode Holt-Winters yang akan menghasilkan nilai root mean square error (RMSE). Root mean square error (RMSE) merupakan metode yang menjadi alternatif evaluasi dari suatu teknik dalam ilmu peramalan yang digunakan dalam mengukur suatu akurasi dari suatu hasil peramalan model. Adapun nilai yang kemudian dihasilkan oleh RMSE adalah merupakan suatu root mean square dari jumlah error pada suatu model prediksi akar kuadrat rata-rata dari perbedaan antara nilai estimasi data dan nilai yang diamati (Sanjaya & Heksaputra, 2020). Semakin kecil nilai RMSE maka data semakin valid (Febrianti et al., 2016).

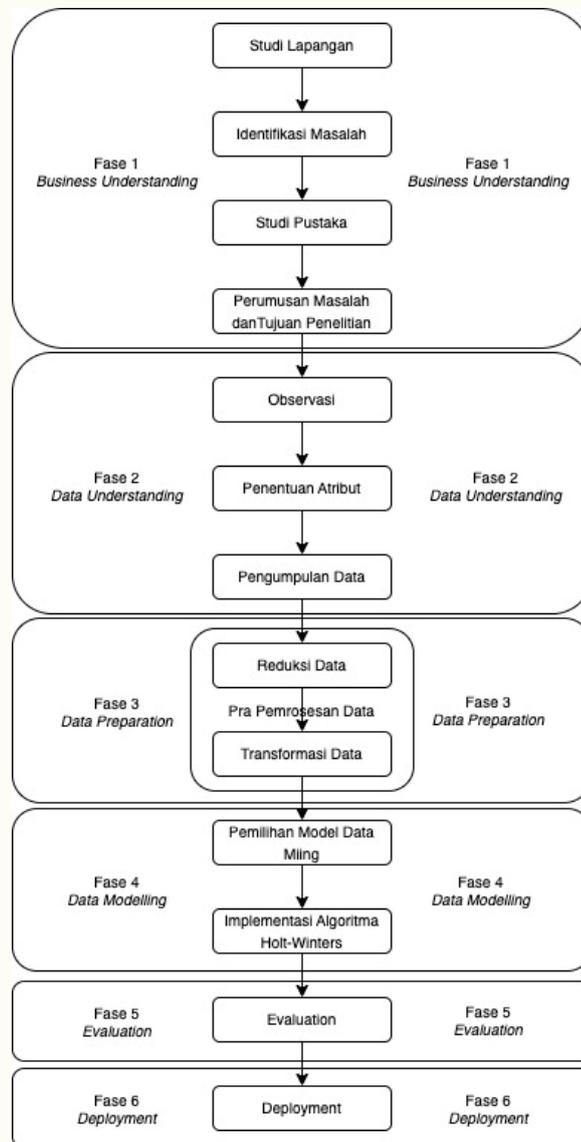
Untuk mendukung kebutuhan utilisasi bandwidth jaringan internet user pada kantor pusat Kemenkeu untuk periode hingga Januari 2024, maka dilakukan peramalan atau prediksi terkait utilisasi bandwidth yang dibutuhkan. Adapun metode yang digunakan adalah dengan menggunakan metode Holt – Winters.

Penelitian ini terbatas pada peramalan utilisasi bandwidth jaringan internet user kantor pusat Kemenkeu selama periode 2 tahun kedepan. Objek penelitian yang digunakan adalah menggunakan data utilisasi internet user perminggu selama 1 tahun yang lalu, yaitu pada tahun 2022. Adapun datanya terdiri dari data peak (max) selama 1 minggu dan average penggunaan internet selama 1 minggu dalam 1 tahun pada periode tahun 2022.

Dengan dilakukannya peramalan ini, kita dapat memprediksi terkait kebutuhan jaringan internet yang dibutuhkan oleh user pada kantor pusat Kemenkeu, sehingga ketersediaan akan jaringan internet dapat selalu terpenuhi, maka hal tersebut dapat membantu organisasi dalam memprediksi kontrak/anggaran yang akan disediakan oleh organisasi untuk menyiapkan sewa internet user ke provider di tahun berikutnya.

METODE

Suatu teknik pengumpulan dan analisis suatu data telah digambarkan sebagai suatu proses yang memiliki bagian yang terdiri dari beberapa langkah, terdapat data yang mentah kemudian ditransformasikan lalu kemudian diproses untuk diharapkan menghasilkan data visualisasi dan menghasilkan serta membuat prediksi dengan suatu model yang kemudian dipilih berdasarkan pada suatu data yang dikumpulkan. Penelitian dilakukan mengacu pada satu kerangka kerja yaitu Cross Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM). Pada gambar 2 disajikan gambaran metodologi yang terdiri dari 6 (enam) tahapan.



Gambar 2. Metodologi CRISP-DM

a. Business Understanding

Pemahaman masalah penelitian ini mengacu pada segmentasi data bandwidth pada Kementerian Keuangan. Adapun hal yang dilakukan pada tahap ini yaitu memahami tentang

pentingnya kebutuhan pemanfaatan data bandwidth, agar dapat digunakan untuk membantu organisasi memprediksi alokasi bandwidth dimasa yang akan datang.

b. *Data Understanding*

Penulis memperoleh data histori utilisasi bandwidth jaringan internet user dengan bantuan network monitoring. Data monitoring tersebut kemudian di tuangkan dalam data monitoring harian pada periode Januari sampai dengan Desember 2022. Data bandwidth merupakan data penggunaan bandwidth jaringan internet user yang terjadi pada periode Januari sampai dengan Desember 2022.

c. *Data Preparation*

Data *bandwidth* terdapat variabel *max* dan *average*. Kemudian penulis memilih data variable *max* sebagai data yang akan dianalisa. Kemudian dilakukanlah suatu penormalan terhadap data yang kemudian kita targetkan menjadi suatu objek penelitian. Adapun pengoptimalan data sesuai dengan format data time series yang kemudian dapat dieksekusi menggunakan metode peramalan. Data bandwidth tersebut kemudian dibagi menjadi suatu data training dan data uji, yang mana hasil persentase data training adalah 85% dan data ujinya 15%. Data training tersebut kemudian akan digunakan untuk menjadi tujuan pembelajaran pola dengan menggunakan metode Holt-Winters dan data uji akan dilakukan pengukuran akurasi. Berikut data set utilisasi bandwidth internet user.

d. *Modelling*

Pada tahap ini dilakukan pemilihan metode data mining yang sesuai karakter data set dan sesuai dengan tujuan penelitian, dengan harapan dapat mengolah dan memanfaatkan data sehingga menghasilkan informasi dari data tersebut. Metode yang digunakan adalah prediksi atau peramalan, sedangkan algoritma yang digunakan yaitu Holt-Winters.

e. *Evaluation*

Dengan menggunakan algoritma Holt-Winters diharapkan kita dapat mengukur akurasi dan jumlah kesalahan yang ada pada model yang dibuat, kemudian juga untuk mengetahui seberapa baik model kita untuk memecahkan masalah. Pada tahapan evaluasi ini kita mendapatkan angka root means square error (RMSE) dengan menggunakan algoritma peramalan Holt-Winters.

f. *Deployment*

Dilakukan implementasi metode Holt-Winters untuk meramalkan utilisasi bandwidth jaringan internet pada kantor pusat Kemenkeu, kemudian hasil tersebut disampaikan ke Tim Pengelolaan Jaringan selaku pengelola jaringan pada kantor pusat Kemenkeu. Kemudian dilakukan analisa dengan Tim Jaringan untuk menentukan rencana dalam penyusunan Analisa kebutuhan bandwidth internet kantor pusat Kemenkeu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses data mining di penelitian ini terkait langsung dengan data utilisasi penggunaan bandwidth internet oleh user pada kantor pusat Kemenkeu. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data utilisasi bandwidth internet periode Januari – Desember 2022. Parameter yang digunakan adalah date & time yang berupa tanggal (mingguan) dan parameter *max* (Mbps) yang menyatakan besaran maksimal utilisasi penggunaan bandwidth internet.

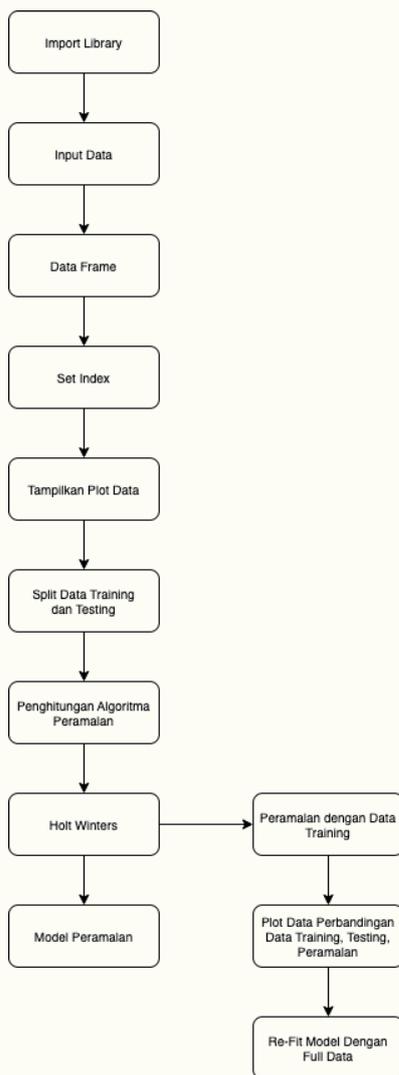
Data yang dikumpulkan kemudian dilakukan kegiatan reduksi data. Kegiatan ini dilakukan untuk membersihkan data dari unsur-unsur yang dianggap tidak berpengaruh pada saat proses perhitungan data. Dalam data utilisasi bandwidth internet user perlu dilakukan proses penghilangan atribut dan data yang tidak diperlukan. Adapun atribut data yang diperlukan adalah date & time berupa tanggal (mingguan) dan parameter *max* (Mbps) yang menyatakan besaran maksimal utilisasi penggunaan bandwidth internet. Isi data dari atribut date & time adalah waktu pencatatan kapan utilisasi bandwidth user tersebut diambil/direkam. Sedangkan untuk atribut *max* (Mbps) berisi data

dengan tipe number, berupa besaran utilisasi bandwidth internet user dalam satuan Mbps. Adapun hasil dari data tersebut disajikan pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Data Utilisasi Max Mingguan Bandwidth Internet User Kemenkeu

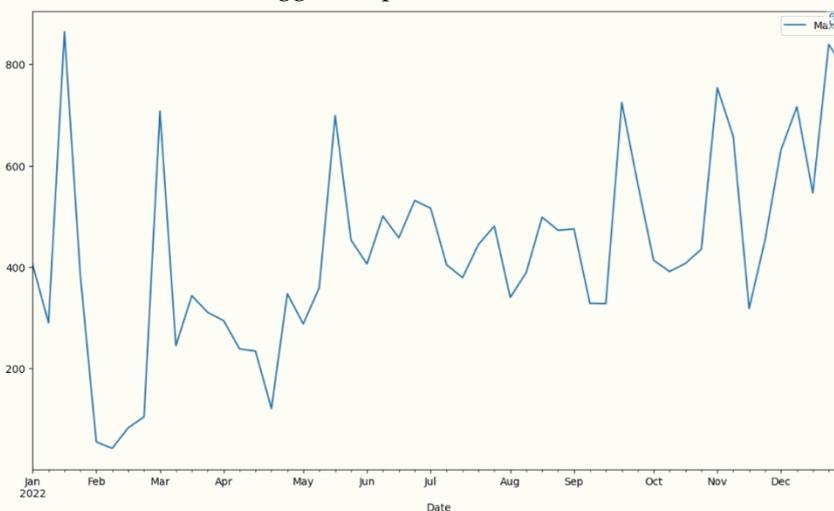
No	Tanggal (Mingguan)	Max (Mbps)	No	Tanggal (Mingguan)	Max (Mbps)
1	2022-01-07	405,28	27	2022-07-08	404,29
2	2022-01-14	289,39	28	2022-07-15	378,82
3	2022-01-21	864,46	29	2022-07-22	444,23
4	2022-01-28	382,93	30	2022-07-29	480,68
5	2022-02-04	54,42	31	2022-08-05	339,76
6	2022-02-11	41,79	32	2022-08-12	388,84
7	2022-02-18	82,07	33	2022-08-19	498,17
8	2022-02-25	104,09	34	2022-08-26	472,41
9	2022-03-04	707,64	35	2022-09-02	475,11
10	2022-03-11	244,41	36	2022-09-09	328,08
11	2022-03-18	343,22	37	2022-09-16	327,47
12	2022-03-25	310,17	38	2022-09-23	724,83
13	2022-04-01	293,91	39	2022-09-30	565,23
14	2022-04-08	238,04	40	2022-10-07	413,25
15	2022-04-15	233,82	41	2022-10-14	391,03
16	2022-04-22	120,43	42	2022-10-21	406,92
17	2022-04-29	347,03	43	2022-10-28	435,12
18	2022-05-06	287,32	44	2022-11-04	754,09
19	2022-05-13	358,77	45	2022-11-11	658,14
20	2022-05-20	698,88	46	2022-11-18	317,89
21	2022-05-27	453,06	47	2022-11-25	453,12
22	2022-06-03	405,83	48	2022-12-02	631,32
23	2022-06-10	500,57	49	2022-12-09	716,34
24	2022-06-17	457,45	50	2022-12-16	546,06
25	2022-06-24	531,28	51	2022-12-23	839,39
26	2022-07-01	515,68	52	2022-12-30	791,40

Lalu dilanjutkan dengan tahapan data modelling, pada tahap ini dilakukan pemilihan metode data mining yang sesuai dengan karakter data set dan tujuan penelitian. Bertujuan untuk mengolah dan memanfaatkan data untuk menghasilkan informasi tersembunyi dari balik data tersebut. Adapun output dari tahap ini adalah hasil dari pemodelan peramalan utilisasi bandwidth internet user Kemenkeu dengan menggunakan metode Holt-Winters. Pada tahap ini didapatkan juga nilai hasil peramalan utilisasi internet bandwidth user Kemenkeu dengan menggunakan metode Holt-Winters. Pada gambar 3 merupakan data modelling yang digunakan dan hasil dari tahapan ini digambarkan dengan bentuk berupa grafik dari nilai peramalan.



Gambar 3. Data Modelling

Tahapan dimulai dengan import library yang dibutuhkan pada lingkungan penelitian. Dalam penelitian environment yang digunakan adalah menggunakan Bahasa python, dengan melakukan instalasi anaconda dan jupyter lab. Kemudian dilakukan input data hasil dari output data preparation sebelumnya (tabel 1). Kemudian dibuatlah data frame yang selanjutnya dilakukan set index pada kolom Date dengan frekuensi bulanan, sehingga didapatlah total 24 index baris data.

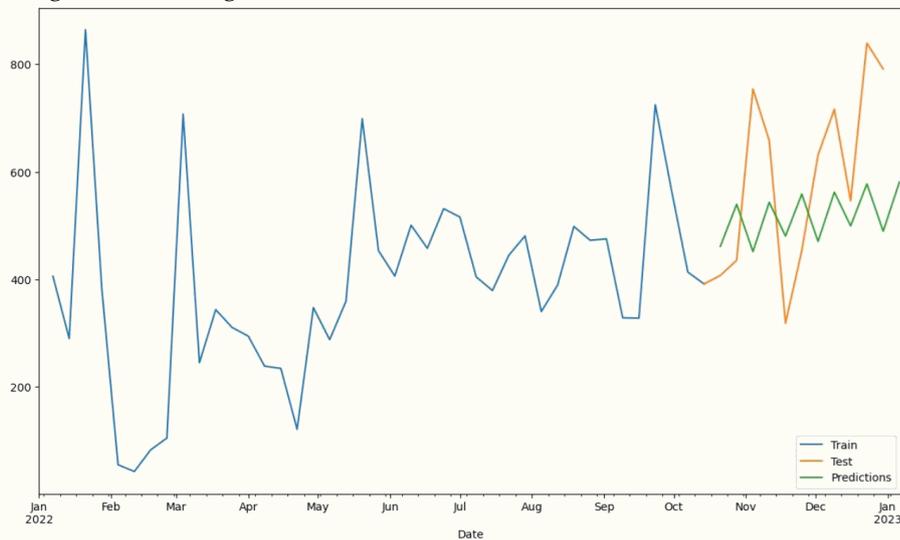


Gambar 4. Plot Data Awal

Tampilan dari plot data awal ditunjukkan pada gambar 4. Parameter trend yang digunakan adalah dengan nilai seasonality selama dua belas bulan selama tiap minggu. Nilai dua belas bulan merupakan representasi dari penggunaan akses bandwidth internet selama periode tahun 2022. Pada tahun 2022 merupakan tahun transisi dari masa pandemik ke masa normal. User mulai diminta untuk bekerja dan masuk ke kantor seperti biasa. Sehingga otomatis kebutuhan akan internet akan meningkat dibandingkan tahun transisi pandemic 2020 dan 2021. Dengan kondisi inilah kemungkinan besar akan mempengaruhi utilisasi bandwidth internet user.

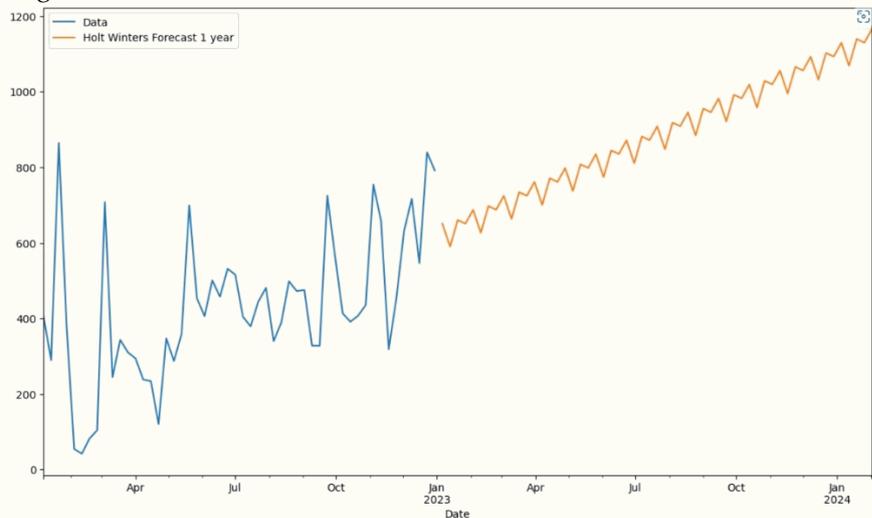
Pemisahan data training dan testing dipisahkan secara manual dengan cara linear sampling. Linear sampling adalah membagi dataset menjadi beberapa bagian tanpa merubah urutan data sample sehingga menghasilkan bagian data yang berurutan. Dari total 52 data dilakukan pemisahan data training dan testing, dengan komposisi training sejumlah 41 data awal dan data testing 41 data akhir. Setelah data siap diolah, dilanjutkan pembuatan model peramalan dengan menggunakan metode Holt-Winters.

Pembuatan model peramalan dengan metode Holt-Winters diawali dengan melakukan peramalan dengan menggunakan data training. Setelah itu dibandingkan hasil peramalan awal yang didapatkan dengan data testing.



Gambar 5. Grafik Hasil Perbandingan Data Training, Data Testing Dan Hasil Peramalan Awal

Adapun grafik hasil perbandingan data training, data testing dan hasil peramalan awal ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik hasil peramalan pada tahun 2023 hingga Januari 2024

Proses selanjutnya adalah dilakukan peramalan atas seluruh data dengan menggunakan model yang dihasilkan dengan metode Holt-Winters. Grafik hasil peramalan pada tahun 2023 hingga januari 2024 ditunjukkan pada gambar 6. Algoritma Holt-Winters menghasilkan data peramalan yaitu root mean square error (RMSE) atau kesalahan suatu model dalam memprediksi data kuantitatif berada pada angka 177.220.

Hasil dari peramalan ini disampaikan pada forum internal Pusintek yaitu terkhusus bidang jaringan komunikasi data, sehingga data peramalan ini dapat digunakan sebagai acuan untuk memprediksi kebutuhan internet user pada beberapa bulan kedepan. Terutama dalam penganggaran dalam menentukan biaya kontrak tahunan sewa internet user untuk tahun berikutnya. Dari hasil gambar 6 prediksi utilisasi bandwidth periode Januari 2023 – Januari 2024 mencapai titik tertinggi pada angka 1.2Gbps, dengan hasil prediksi tersebut dibutuhkan bandwidth sekurang-kurangnya 1.2Gbps agar dapat memenuhi kebutuhan user.

KESIMPULAN

Penelitian kali ini dilakukan peramalan utilisasi bandwidth internet user kantor pusat Kemenkeu dengan metode Holt-Winters. Algoritma Holt-Winters menghasilkan data peramalan yaitu root mean square error (RMSE) atau kesalahan suatu model dalam memprediksi data kuantitatif berada pada angka 177.220. Hasil dari peramalan ini disampaikan pada forum internal Pusintek yaitu terkhusus bidang jaringan komunikasi data, sehingga data peramalan ini dapat digunakan sebagai acuan untuk memprediksi kebutuhan internet user pada beberapa bulan kedepan. Terutama dalam penganggaran dalam menentukan biaya kontrak tahunan sewa internet user untuk tahun berikutnya. Dalam penelitian ini masih banyak hal yang bisa dieksplorasi lagi, diantaranya dilakukannya peramalan dengan menggunakan metode lain selain Holt-Winters. Ataupun juga dilakukan perbandingan dengan metode lainnya. Sehingga hasil peramalan dapat dibandingkan dan dapat dicari hasil peramalan dengan rmse yang nilai nya lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Aribowo, A. B., Sugiarto, D., Marie, I. A., & Siahaan, J. F. A. (2020). Peramalan harga beras IR64 kualitas III menggunakan metode Multi-Layer Perceptron, Holt-Winters dan Auto Regressive Integrated Moving Average. *Ultimatics: Jurnal Teknik Informatika*, 11(2), 60-64. <https://doi.org/10.31937/ti.v11i2.1246>
- Aryati, A., Purnamasari, I., & Nasution, Y. N. (2020). Peramalan dengan Menggunakan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing (Studi Kasus: Jumlah Wisatawan Mancanegara yang Berkunjung Ke Indonesia) Forecasting using the method of Holt-Winters Exponential Smoothing (Case Study: Number of Foreign Tourists Visi. *Jurnal EKSPONENSIAL*, 11(1), 99-107.
- Efrian, Defit, S., & Sumijan. (2022). Prediksi Tingkat Kebutuhan Bandwidth Jangka Panjang Menggunakan Metode Algoritma Backpropagation. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 4(1), 1-11. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v4i1.310>
- Febrianti, F., Hafiyusholeh, M., & Asyhar, A. H. (2016). Perbandingan Pengklusteran Data Iris Menggunakan Metode K-Means Dan Fuzzy C-Means. *Jurnal Matematika "MANTIK"*, 2(1), 7-13. <https://doi.org/10.15642/mantik.2016.2.1.7-13>
- Herdian, R. B., Jasa, L., & Linawati, L. (2020). Manajemen Bandwidth Berdasarkan Prediksi Perilaku Pengguna Pada Jaringan TCP/IP Dengan Jaringan Syaraf Tiruan. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 19(1), 73. <https://doi.org/10.24843/mite.2020.v19i01.p11>
- Mariz, E. P., Sobri, M., & Putra, A. (2022). Sistem Informasi Prediksi Stok Barang Menggunakan Metode Holt Winters Pada Cv Budi Jaya Mandiri (Erlan Putra Mariz) Sistem Informasi Prediksi Stok Barang Menggunakan Metode Holt Winters Pada CV Budi Jaya Mandiri. 12, 1-11.

- Noh, J., Wijono, W., & Yudaningtias, E. (2015). Model Average Based FTS Markov Chain Untuk Peramalan Penggunaan Bandwidth Jaringan Komputer. *Jurnal EECCIS*, 9(1), 31-36.
- P, A. W., Yudaningtias, E., & Pramono, H. (2014). UMTS dan HSDPA Menggunakan Fuzzy Inference System dan Time Series. *Eeccis*, 8(1), 33-40.
- Pratama, R., Dedy Irawan, J., & Orisa, M. (2022). Analisis Quality of Service Sistem Manajemen Bandwidth Pada Jaringan Laboratorium Teknik Informatika ITN Malang. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(1), 196-204. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i1.4557>
- Putra, D. A. W. S., Hartomo, K. D., & Tanone, R. (2018). Model Prediksi Kekeringan Menggunakan Metode Holt-Winters (Studi Kasus: Wilayah Kabupaten Boyolali). *Indonesian Journal of Computing and Modeling*, 1(1), 36-41. <https://doi.org/10.24246/j.icm.2018.v1.i1.p36-41>
- Rumini, R., & Norhikmah, N. (2020). Perbandingan Metode Arima Dan Exponential Smoothing Holt-Winters Untuk Peramalan Data Kunjungan. *Sistemasi*, 9(3), 622. <https://doi.org/10.32520/stmsi.v9i3.975>
- Sanjaya, F. I., & Heksaputra, D. (2020). Prediksi Rerata Harga Beras Tingkat Grosir Indonesia dengan Long Short-Term Memory. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 7(2), 163-174. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v7i2.388>
- Sriwindono, H., & Putranto, R. E. (2022). Optimisasi Parameter Metode Holt-Winter. Prosiding Seminar Nasional Prosiding Seminar Nasional Ilmu Sosial dan Teknologi (SNISTEK), 256-261.
- Suryani, R. V., Rismawan, T., & Ruslianto, I. Penerapan Metode Arima Untuk Memprediksi Pemakaian Bandwidth Di Universitas Tanjungpura. *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 10(03), 421-432.
- Taufiq, M., Sugiarto, D., & Rochman, A. (2020). Peramalan Utilisasi Perangkat Jaringan dan Bandwidth Dengan Metode Holt-Winters dan Multi-Layer Perceptron. *Ultimatics: Jurnal Teknik Informatika*, 12(1), 42-51. <https://doi.org/10.31937/ti.v12i1.1575>