

PERBANDINGAN SIMULASI MONTE CARLO DAN BOOSTRAP DALAM ANALISIS KECEPATAN INTERNET UNTUK MENGHITUNG RISIKO KETERLAMBATAN KONEKSI

Nadya Rafaela Puteri, Alifya Meirza

Ilmu Komputer, Universitas Negeri Medan

Jalan Willem Iskandar Pasar V Medan, Sumatera Utara, Indonesia, 20221

nadyarafaela12@gmail.com

ABSTRAK

Internet telah menjadi bagian penting dalam kehidupan modern, namun masalah keterbatasan fasilitas, sinyal yang tidak memadai, dan harga yang tinggi dapat mempengaruhi pengalaman pengguna. Analisis kecepatan internet dan risiko keterlambatan koneksi menjadi esensial dalam menghadapi tantangan ini. Metode simulasi, khususnya Metode Monte Carlo dan Bootstrap, memberikan cara untuk memahami dan mengukur ketidakpastian dalam data dan model statistik terkait kecepatan internet. Simulasi Monte Carlo memungkinkan prediksi potensi risiko keterlambatan koneksi, sementara Bootstrap efektif dalam mengevaluasi ketidakpastian dalam estimasi parameter statistik dan model. Dalam penelitian ini, data kecepatan internet dari *platform* Kaggle digunakan untuk melakukan analisis dengan kedua metode tersebut. Hasil analisis menunjukkan perbedaan dalam rata-rata risiko keterlambatan, standar deviasi, dan distribusi hasil antara Monte Carlo dan Bootstrap. Meskipun keduanya memberikan perkiraan risiko, Bootstrap menunjukkan keunggulan dengan MSE yang lebih rendah, menunjukkan keakuratan yang lebih baik dalam mengestimasi risiko keterlambatan internet.

Kata kunci : *kecepatan internet; risiko keterlambatan koneksi; simulasi monte carlo; metode bootstrap*

1. PENDAHULUAN

Internet telah menjadi elemen integral dalam kehidupan masyarakat modern. Baik dalam dunia kerja, pendidikan, militer, kesehatan, maupun interaksi sosial sehari-hari, keberadaan internet menjadi hal yang tak terpisahkan. Bahkan, sektor publik, swasta, maupun individu tak dapat lepas dari pengaruh teknologi ini. Dalam 67 tahun terakhir, internet telah mengalami perkembangan yang signifikan [1].

Internet adalah singkatan dari *Interconnected Networking* yang jika diterjemahkan ke dalam Bahasa Indonesia, mengacu pada rangkaian komputer yang saling terhubung di dalam beberapa jaringan. Ini adalah jaringan komputer yang bersambung secara global tanpa memandang batas-batas teritorial, hukum, dan budaya [2].

Internet adalah hasil dari kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan manusia yang menghubungkan jaringan komputer secara global melalui berbagai jenis komunikasi seperti telepon, satelit, dan teknologi lainnya. Jaringan ini bersifat terbuka dan menghubungkan berbagai tipe dan jenis jaringan komputer [3].

Semakin meluasnya penggunaan internet menghadirkan tantangan dalam hal infrastruktur yang tidak memadai, cakupan sinyal yang kurang optimal, dan biaya yang tinggi, terutama bagi pelajar yang mengandalkan pembelajaran daring. Hal ini dapat berdampak pada ketersediaan dan penjualan layanan internet, karena kecepatan internet sering menjadi kendala utama bagi pengguna. Meskipun terdapat layanan dengan kecepatan tinggi, namun harganya pun cenderung tinggi [4].

Simulasi dalam Analisis Kecepatan Internet untuk Menghitung Risiko Keterlambatan Koneksi sangat vital karena memungkinkan kita untuk mengevaluasi dan mengukur ketidakpastian yang terkait dengan variasi dalam data kecepatan internet dan faktor-faktor terkait. Dalam situasi yang beragam seperti perubahan waktu, lokasi, dan kondisi jaringan, kecepatan internet dapat berfluktuasi secara signifikan, sehingga menjadi penting untuk memiliki pemahaman yang jelas tentang potensi risiko keterlambatan koneksi yang mungkin terjadi. Dengan menggunakan simulasi, kita dapat meramalkan kemungkinan risiko keterlambatan koneksi dalam skenario yang berbeda, membantu kita dalam mengidentifikasi dan mengurangi risiko sebelumnya.

Lebih lanjut, simulasi memungkinkan kita untuk melakukan percobaan virtual dengan berbagai parameter dan kondisi tanpa risiko mengalami gangguan jaringan atau kehilangan sumber daya sebenarnya, yang memungkinkan kita untuk menguji strategi dan kebijakan yang berbeda dalam lingkungan yang terkontrol. Selain itu, melalui simulasi, kita dapat menganalisis seberapa sensitifnya model terhadap perubahan dalam parameter dan kondisi tertentu, memberikan wawasan mendalam tentang dampak dari perubahan dalam faktor-faktor tersebut terhadap risiko keterlambatan koneksi internet.

Oleh karena itu, simulasi merupakan alat yang sangat penting dalam analisis kecepatan internet untuk mengevaluasi risiko keterlambatan koneksi, membantu kita untuk memperkirakan, memahami, dan mengelola berbagai kemungkinan skenario serta dampaknya terhadap layanan internet. Pemodelan dan simulasi menjadi sarana yang efektif dalam

mendukung pengambilan keputusan dengan menyediakan alternatif terbaik dalam menangani masalah berdasarkan data historis [5].

Simulasi memanfaatkan data historis untuk merepresentasikan hubungan sebab-akibat dalam sebuah sistem, dengan tujuan mencerminkan kondisi sebenarnya. Penggunaan simulasi bertujuan untuk menghasilkan hasil yang optimal, karena teknik ini merupakan cara pemodelan yang menggambarkan interaksi kompleks antar elemen sistem. Simulasi digunakan untuk menganalisis bagaimana sistem berperilaku, baik itu untuk keperluan pelatihan, studi perilaku sistem, hiburan, atau permainan [6].

Salah satu metode yang digunakan untuk simulasi prediksi ini adalah dengan menggunakan metode Monte Carlo dan metode Bootstrap. Metode Monte Carlo dan Bootstrap merupakan dua pendekatan yang sering digunakan dalam simulasi prediksi karena kemampuan mereka dalam menangani ketidakpastian dalam data dan model statistik. Monte Carlo memungkinkan simulasi berbagai skenario dengan mempertimbangkan variasi parameter dan ketidakpastian data. Dengan menghasilkan sampel acak dari distribusi yang relevan, metode ini memperkirakan distribusi hasil prediksi dan mengukur ketidakpastian yang terkait. Di sisi lain, Bootstrap adalah alat yang efektif untuk mengevaluasi ketidakpastian dalam estimasi parameter statistik dan model.

Dengan menggunakan sampel pengganti dari data yang ada, Bootstrap membangun banyak sampel "bootstrap" untuk mengevaluasi distribusi sampel dari suatu statistik tanpa bergantung pada asumsi tertentu tentang distribusi populasi. Keduanya memberikan fleksibilitas dan kekuatan dalam mengatasi ketidakpastian, membantu analis menghasilkan perkiraan yang lebih realistis dan memahami tingkat ketidakpastian yang terkait dengan hasil prediksi mereka.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Metode Monte Carlo

Metode Monte Carlo adalah pendekatan numerik yang digunakan untuk menangani masalah yang melibatkan ketidakpastian [7].

Metode ini melibatkan penggunaan sampling acak berulang untuk mensimulasikan data dalam model matematika serta melakukan evaluasi terhadapnya [8].

Hasil dari proses pengolahan bilangan acak ini kemudian dibandingkan dengan data nyata untuk memverifikasi validitasnya sesuai dengan kondisi sebenarnya [9].

2.2. Metode Bootstrap

Metode Bootstrap merupakan teknik *resampling* yang menggunakan penggantian dari sampel asli untuk mengestimasi akurasi statistik dari data dalam suatu sampel [10]. Resampling dengan penggantian mengambil satu observasi dari sampel dan kemudian

memasukkannya kembali ke dalam sampel untuk kemungkinan pengambilan kembali. Di sisi lain, resampling tanpa penggantian mengambil satu observasi dari sampel tetapi tidak memasukkannya kembali ke dalam sampel. Metode ini memperoleh sampelnya dengan melakukan sampling dengan penggantian dari sampel asli [11].

2.3. Google Colab

Google Colab merupakan sebuah *Integrated Development Environment* (IDE) yang digunakan untuk pemrograman menggunakan bahasa Python, di mana proses pemrosesan dilakukan pada server Google yang memiliki perangkat keras berkinerja tinggi. [12].

Keunggulan utama dari Google Colab adalah kemudahan penggunaannya tanpa memerlukan konfigurasi tambahan karena telah menggunakan teknologi *cloud computing*. Selain itu, pengguna dapat mengakses mesin dengan kecepatan tinggi (GPU) secara gratis dan dengan mudah terhubung dengan Google Drive serta GitHub [13].

2.4. Python

Python adalah bahasa pemrograman yang sangat berguna bagi para ilmuwan data karena fleksibilitasnya yang luas dalam berbagai aplikasi ilmu data, serta kemampuannya yang luar biasa dalam menangani matematika, statistik, dan fungsi ilmiah. Salah satu alasan utama popularitas Python di kalangan peneliti adalah karena kesederhanaan penggunaannya dan sintaksis yang mudah dipahami, sehingga mudah diadopsi oleh individu tanpa latar belakang teknis yang kuat [14].

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang peneliti gunakan berdasarkan hasil studi literatur pada jurnal-jurnal yang berkaitan dengan metode Monte Carlo dan Bootstrap.

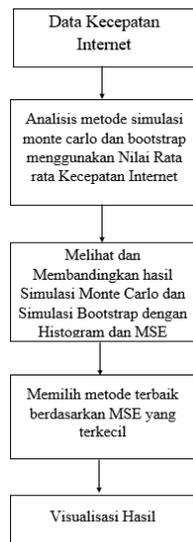
3.1. Data

Dalam penelitian ini, kami menggunakan data yang diperoleh dari *platform* Kaggle mengenai kecepatan internet [15].

Data ini berisi mengenai kecepatan internet, termasuk kecepatan unduh (*download*) dan unggah (*upload*), yang mencakup berbagai negara dan wilayah di seluruh dunia selama beberapa periode waktu.

3.2. Diagram Kerangka Berfikir

Berikut adalah diagram alur kerangka berfikir untuk menyelesaikan permasalahan yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur kerangka berfikir

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum melakukan simulasi menggunakan metode Monte Carlo dan Bootstrap, kami melakukan analisis data terlebih dahulu yaitu melihat distribusi data untuk mendapatkan gambaran mengenai kecepatan unduh dan keterlambatan internet.

Tabel 1. Analisis Metode Monte Carlo

Mean (Rata-rata)	2355.82 kbps
Standar Deviasi	828.34 kbps
Minimum	65 kbps
Kuartil pertama	2164.75 kbps
Median/Kuartil kedua	2601.60 kbps
Kuartil ketiga	2805.35 kbps
Maximum	5341.40 kbps

Tabel 2. Analisis Metode Bootstrap

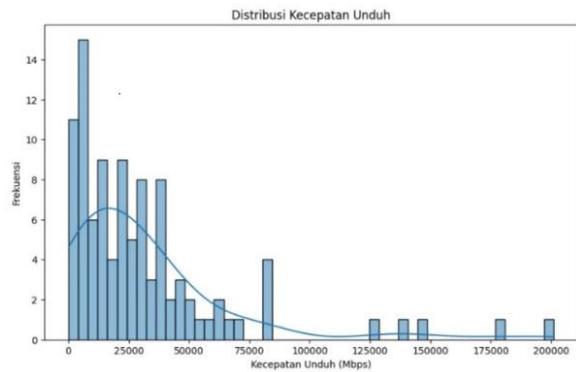
Mean (Rata-rata)	2396.77 kbps
Standar Deviasi	812.66 kbps
Minimum	65 kbps
Kuartil pertama	2164.75 kbps
Median/Kuartil kedua	2622.00 kbps
Kuartil ketiga	2806.45 kbps
Maximum	5832.95 kbps

Berdasarkan hasil yang diperoleh, yaitu:

- Rata-rata risiko keterlambatan sedikit lebih tinggi pada simulasi Bootstrap (2396.77 kbps) dibandingkan dengan simulasi Monte Carlo (2355.82 kbps).
- Standar deviasi pada hasil Bootstrap (812.66 kbps) sedikit lebih rendah dibandingkan Monte Carlo (828.34 kbps), menunjukkan bahwa hasil Bootstrap sedikit lebih konsisten.
- Nilai minimum pada kedua simulasi adalah sama (65 kbps).
- Nilai maksimum pada simulasi Bootstrap (5832.95 kbps) lebih tinggi dibandingkan dengan Monte Carlo (5341.40 kbps), menunjukkan adanya lebih banyak variasi ekstrem dalam hasil Bootstrap.

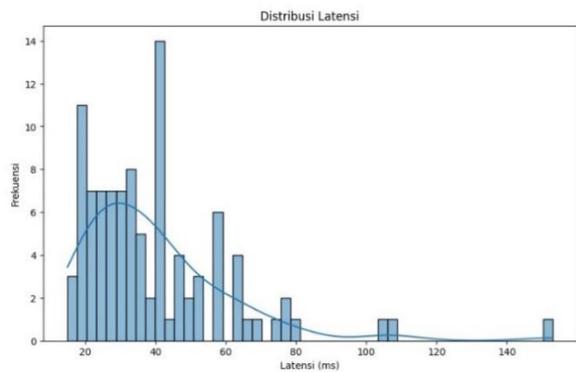
- Kuartil pertama, median, dan kuartil ketiga cukup mirip antara kedua metode, dengan hanya perbedaan kecil. Ini menunjukkan distribusi hasil yang serupa di kedua simulasi.

Setelah itu kami melakukan visualisasi data yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



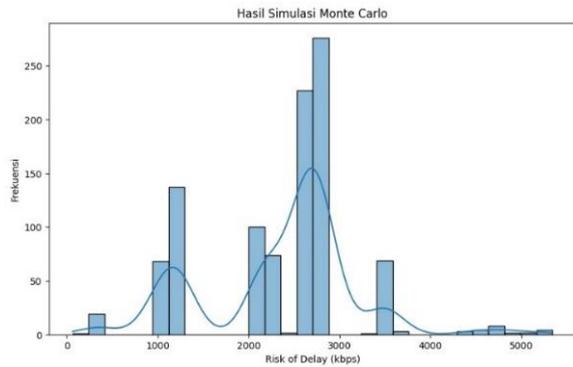
Gambar 2. Histogram distribusi kecepatan unduh

Gambar 2 merupakan histogram distribusi kecepatan unduh (*download speed*) dalam Mbps. Nilai-nilai pada sumbu horizontal (X) menunjukkan berbagai tingkat kecepatan unduh yang diukur dalam dataset. Sedangkan pada Sumbu Vertikal (Y) menunjukkan frekuensi atau jumlah pengamatan untuk setiap interval kecepatan unduh yang ditampilkan pada sumbu X.



Gambar 3. Histogram distribusi latensi

Gambar 3 merupakan histogram distribusi *latensi*/ keterlambatan internet dalam milidetik (ms). Sumbu horizontal (X) menunjukkan nilai latensi dalam milidetik (ms). Latensi ini mungkin berkaitan dengan waktu yang dibutuhkan untuk suatu proses atau respons dalam sebuah sistem. Sumbu vertikal (Y) menunjukkan frekuensi, atau seberapa sering rentang latensi muncul dalam data yang dikumpulkan. Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan menggunakan metode Monte Carlo dan metode Bootstrap dalam menghitung risiko keterlambatan koneksi internet (dalam kbps) dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

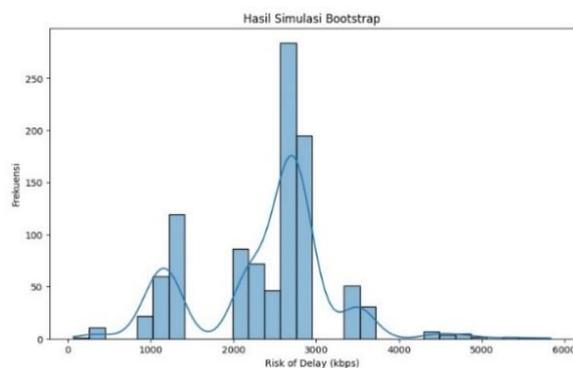


Gambar 4. Hasil simulasi monte carlo

Pada Gambar 4 menunjukkan hasil simulasi Monte Carlo untuk risiko penundaan (*delay*) dalam satuan kbps. Sumbu horizontal menampilkan nilai risiko penundaan, sedangkan sumbu vertikal menunjukkan frekuensi kejadian dari masing-masing nilai risiko tersebut. Dari grafik ini, terlihat bahwa risiko penundaan paling sering terjadi pada sekitar 2500 kbps, dengan puncak frekuensi tertinggi di nilai ini. Selain itu, terdapat juga puncak frekuensi lainnya pada sekitar 1000 kbps dan 2000 kbps, menandakan bahwa nilai-nilai ini juga cukup sering muncul dalam simulasi.

Garis lengkung biru pada histogram ini mewakili distribusi normal yang dipasang untuk memberikan gambaran distribusi probabilitas dari risiko penundaan. Distribusi ini membantu dalam melihat kecenderungan nilai risiko penundaan dan sebaran datanya. Sebagian besar risiko penundaan terkonsentrasi dalam rentang 1000 kbps hingga 3000 kbps, dengan frekuensi kejadian yang lebih rendah untuk nilai penundaan yang jauh lebih tinggi atau lebih rendah dari rentang ini.

Secara keseluruhan, histogram ini memperlihatkan bahwa risiko penundaan dalam simulasi Monte Carlo paling sering berada di antara 1000 kbps hingga 3000 kbps. Nilai penundaan yang berada di sekitar 4000 kbps atau lebih memiliki frekuensi yang sangat rendah, menunjukkan bahwa kejadian ini jarang terjadi dalam simulasi. Dengan informasi ini, kita dapat memahami pola dan kecenderungan dari risiko penundaan yang dihasilkan oleh simulasi Monte Carlo.



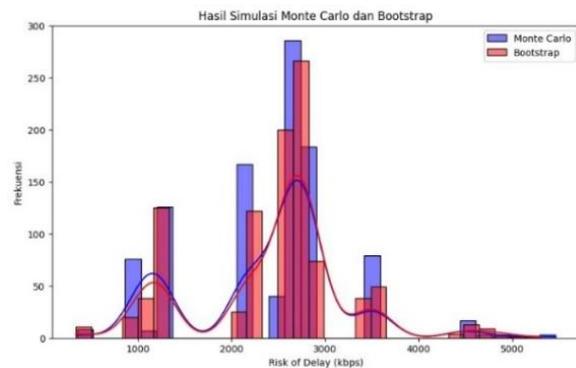
Gambar 5. Hasil simulasi metode bootstrap

Pada Gambar 5. menampilkan hasil simulasi bootstrap untuk risiko keterlambatan dalam satuan bps (basis poin). Pada histogram ini, distribusi risiko keterlambatan terlihat memiliki beberapa puncak yang menunjukkan adanya beberapa moda atau titik di mana frekuensi kejadian cukup tinggi. Puncak utama terdapat sekitar angka 3000 bps, yang mengindikasikan bahwa dalam banyak simulasi, risiko keterlambatan berkisar di sekitar nilai ini.

Selain itu, terdapat beberapa puncak lainnya yang lebih kecil, seperti di sekitar 1000 bps dan 2000 bps. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun risiko keterlambatan sebesar 3000 bps adalah yang paling sering terjadi, ada juga sejumlah simulasi yang menghasilkan risiko keterlambatan di sekitar 1000 bps dan 2000 bps. Variasi ini menggambarkan ketidakpastian dan variabilitas dalam estimasi risiko keterlambatan yang dihasilkan oleh metode bootstrap.

Secara keseluruhan, distribusi ini tidak simetris dan menunjukkan adanya skewness atau kemiringan serta kemungkinan adanya beberapa outlier. Distribusi ini memberikan gambaran yang lebih lengkap mengenai risiko keterlambatan, dengan mempertimbangkan berbagai kemungkinan skenario yang dapat terjadi, sehingga membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih terinformasi terkait manajemen risiko.

Berikut adalah tampilan visualisasi gabungan antara hasil simulasi Monte Carlo dan metode Bootstrap sebagai berikut.



Gambar 6. Gabungan hasil simulasi monte carlo dan bootstrap

Pada Gambar 6 Histogram gabungan tersebut menampilkan hasil simulasi Monte Carlo dan bootstrap untuk risiko keterlambatan dalam satuan bps. Distribusi frekuensi untuk kedua metode ini ditunjukkan dengan warna yang berbeda: biru untuk Monte Carlo dan merah untuk bootstrap. Kedua metode menunjukkan puncak utama di sekitar 3000 bps, namun terdapat variasi dalam distribusi lainnya. Simulasi Monte Carlo cenderung memiliki distribusi yang lebih tersebar dengan beberapa puncak tambahan di sekitar 1000 bps dan 2000 bps, sedangkan bootstrap menunjukkan frekuensi yang lebih tinggi di sekitar puncak utama dan lebih sedikit pada puncak tambahan.

Histogram ini membantu membandingkan kedua metode dalam mengestimasi risiko keterlambatan dan menunjukkan perbedaan serta kesamaan dalam hasil yang diperoleh.

Untuk membandingkan nilai *Mean Squared Error* (MSE) yang diperoleh dari Simulasi Monte Carlo dan Simulasi Bootstrap, kita memerlukan data acuan untuk dibandingkan dengan hasil simulasi. Misalkan kita memiliki nilai acuan atau sebenarnya dari risiko keterlambatan (*risk of delay*) yang bisa kita hitung dari data asli.

Untuk mengurangi variasi dan mendapatkan hasil yang lebih stabil, bisa dengan meningkatkan jumlah simulasi atau menetapkan seed pada generator angka acak untuk mendapatkan hasil yang sama setiap kali menjalankan kode. Pada perhitungan kali ini kami menggunakan `np.random.seed(42)` untuk memastikan hasil yang konsisten setiap kali kode dijalankan.

Selanjutnya adalah menghitung nilai MSE sebagai acuan untuk memilih simulasi terbaik dalam menghitung resiko keterlambatan Internet.



```
# Mengubah hasil simulasi menjadi DataFrame untuk analisis lebih lanjut
mc_results_df = pd.DataFrame(mc_results, columns=['Risk of Delay (kbps)'])
bs_results_df = pd.DataFrame(bs_results, columns=['Risk of Delay (kbps)'])

# Menghitung risiko keterlambatan acuan dari data asli
actual_risk = np.percentile(data['avg_d_kbps'], 5)

# Menghitung MSE untuk Simulasi Monte Carlo
mse_mc = mean_squared_error([actual_risk] * len(mc_results), mc_results)
# Menghitung MSE untuk Simulasi Bootstrap
mse_bs = mean_squared_error([actual_risk] * len(bs_results), bs_results)

# Menampilkan hasil MSE
print(f"MSE dari Simulasi Monte Carlo: {mse_mc}")
print(f"MSE dari Simulasi Bootstrap: {mse_bs}")
```

Gambar 7. Code MSE

Berdasarkan perhitungan melalui Google Colab diperoleh hasil MSE yaitu sebagai berikut:

MSE dari Simulasi Monte Carlo: 709152.703145

MSE dari Simulasi Bootstrap: 685213.9433675

Dalam hasil ini, MSE dari Simulasi Bootstrap (685213.9433675) lebih rendah dibandingkan dengan MSE dari Simulasi Monte Carlo (709152.703145). Hal ini menunjukkan bahwa dalam konteks data ini dan dengan parameter yang digunakan, Simulasi Bootstrap memberikan estimasi risiko keterlambatan yang lebih dekat dengan nilai acuan dibandingkan Simulasi Monte Carlo.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis menggunakan Metode Monte Carlo dan Bootstrap terhadap data kecepatan internet, disimpulkan bahwa Metode Bootstrap memberikan estimasi risiko keterlambatan koneksi internet yang lebih akurat dengan standar deviasi yang lebih rendah dan Mean Squared Error (MSE) yang lebih kecil (MSE Bootstrap sebesar 685213.94) dibandingkan dengan Metode Monte Carlo (MSE Monte Carlo sebesar 709152.70). Oleh karena itu, disarankan untuk menggunakan Metode Bootstrap sebagai pendekatan yang lebih optimal dalam mengestimasi risiko keterlambatan koneksi internet

berdasarkan data kecepatan internet yang digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Nancy, "Pengertian, Fungsi, & Perbedaan Internet, Intranet, dan Ekstranet," *tirto.id*.
- [2] Y. Supardi, *Internet untuk Segala Kebutuhan*, 1st ed. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2009.
- [3] A. Mohammad, "Pemanfaatan Instant Messenger Telegram Sebagai Alat Penyebaran Paham Radikal Di Indonesia," *Medina-Te J. Stud. Isla*, vol. 18, pp. 73–83, 2021.
- [4] A. Habibi, I. N. Hakim, M. Nizarudin, and B. V. Putra, "Membandingkan Kecepatan Sinyal WIFI ID Dengan Sinyal WIFI Warung Kopi Menggunakan Net Speed Monitor," *J. Inform. dan J. Teknol. Komput.*, vol. 3, pp. 51–57, 2023.
- [5] B. Y. Geni, J. Santony, and Sumijan, "Prediksi Pendapatan Terbesar pada Penjualan Produk Cat dengan Menggunakan Metode Monte Carlo," *J. Inform. Ekon. Bisnis*, vol. 1, pp. 15–20, 2019.
- [6] R. D. Putra, Y. Apridiansyah, and E. Sahputra, "Penerapan Metode Monte Carlo pada Simulasi Prediksi Jumlah Calon Mahasiswa Baru Universitas Muhammadiyah Bengkulu," *Process. J. Ilm. Sist. Informasi, Teknol. Inf. dan Sist. Komput.*, vol. 17, pp. 74–81, 2022.
- [7] H. Zalmadani, J. Santony, and Y. Yunus, "Prediksi Optimal dalam Produksi Bata Merah Menggunakan Metode Monte Carlo," *J. Inform. Ekon. Bisnis*, vol. 2, pp. 13–20, 2020.
- [8] Z. Han, B. Su, Y. Li, Y.-F. Ma, W. Wang, and G. Chen, "An enhanced image binarization method incorporating with Monte-Carlo simulation," *J. Cent. South Univ.*, vol. 26, pp. 1661–1671, 2019.
- [9] E. Hartini, H. Adrial, and S. Pujiarta, "Reliability Analysis of Primary and Purification Pumps in RSG-GAS Using Monte Carlo Simulation Approach," *Teknol. Reakt. Nukl.*, vol. 21, pp. 15–22, 2019.
- [10] R. Iskandar, M. N. Mara, and N. Satyahadewi, "Perbandingan Metode Bootstrap Dan Jackknife Dalam Menaksir Parameter Regresi Untuk Mengatasi Multikolinearitas," *Bul. Ilm. Mat. Stat. dan Ter.*, vol. 2, pp. 137–146, 2013.
- [11] L. Mawarti, Sugiman, and M. Kharis, "Perbandingan Uji Hasil Simulasi Monte Carlo dan Simulasi Bootstrap Dalam Analisis Saham Untuk Menghitung Nilai VaR Data," *UNNES J. Math.*, vol. 7, pp. 253–261, 2018.
- [12] R. T. Handayanto and Herlawati, "Prediksi Kelas Jamak dengan Deep Learning Berbasis Graphics Processing Units," *J. Kaji. Ilm.*, vol. 20, pp. 67–76, 2020.
- [13] R. O. Felani, W. Cholil, and H. Syaputra, "Analisa Prilaku Pengguna E-Learning Menggunakan Algoritma K-Means Clustering," *J. Sist. Komput. Musirawas*, vol. 7, pp. 61–73, 2022.
- [14] R. Muhammad and S. Yulianto, "Penerapan Pemrograman Python Dalam Menentukan Waktu Overhaul Kondensor Turbin Uap," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 8, pp. 49–57, 2023.
- [15] D. Dave, "Internet Speed Dataset," *Kaggle.com*.