

Kompresi Ukuran Polyline pada Sistem Informasi Geografis untuk Mengurangi Waktu Tunggu Menggunakan Algoritma Ramer-Douglas-Peucker

Mohammad Zarkasi

Jurusan Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Jember,
Jl. Kalimantan No. 37, Sumbersari, Jember, 68121, Indonesia

Email: mohammad.zarkasi@unej.ac.id

Abstract

PT Telkom Indonesia stores digitized cable data infrastructure into a website-based Geographic Information System. The number of cables is around 3,159, with each cable being represented as polyline or curve with the simplest cable consist of 3 points and the largest consist of 2,646 points. Each point consists of latitude and longitude. When a user wants to access or manage the cables, all cables need to be sent from the server to the user's computer with a total data size of 16 MB. This creates a problem since users are scattered in various regions and various network conditions. When the user is on a 3G network, the time required to display all cable is around 1.5 minutes or more, and this causes the user to experience distraction due to high waiting-time. Based on these problems, in this research was carried out the application of Ramer-Douglas-Peucker algorithm to produce a new data cable that consist of fewer points than the original one. Based on the results, the Ramer-Douglas-Peucker algorithm with of 0.01 is capable of generating new cable data with a total size of 810 kB and can be sent from the server to the user in 5.10 seconds while retaining curve's spike details.

Keywords: *Compression, Polyline, Ramer-Douglas-Peucker, Geographical Information System, Waiting Time*

Abstrak

PT Telkom Indonesia menyimpan data infrastruktur kabel dalam bentuk digital ke dalam Sistem Informasi Geografis berbasis website. Jumlah infrastruktur kabel tersebut sekitar 3.159 buah, tiap kabel direpresentasikan sebagai polyline atau kurva dengan kabel paling sederhana terdiri dari 3 titik dan yang terbesar terdiri dari 2.646 titik. Setiap titik terdiri dari koordinat latitude dan longitude. Ketika pengguna ingin mengakses atau mengelola kabel, semua data kabel harus dikirim dari server ke komputer pengguna dengan total ukuran data 16 MB. Hal ini menimbulkan masalah karena pengguna tersebar di berbagai wilayah dan berbagai kondisi jaringan. Saat pengguna berada di jaringan 3G, waktu yang

diperlukan untuk menampilkan seluruh data kabel adalah sekitar 1,5 menit atau lebih, dan hal ini menyebabkan pengguna mengalami gangguan karena waktu tunggu yang tinggi. Berdasarkan permasalahan tersebut, pada penelitian ini dilakukan penerapan algoritma Ramer-Douglas-Peucker (RDP) untuk menghasilkan data kabel baru yang memiliki jumlah titik lebih sedikit daripada kabel aslinya. Berdasarkan hasil penelitian, algoritma RDP dengan sebesar 0,01 mampu menghasilkan data kabel baru dengan ukuran total 810 kB dan dapat dikirimkan dari server ke pengguna dalam waktu 5,10 detik dengan tetap mempertahankan detail lonjakan kurva.

Kata kunci: Kompresi, Kurva, Polyline, Ramer-Douglas-Peucker, Sistem Informasi Geografis, Waktu Tunggu

PENDAHULUAN

PT Telkom Indonesia adalah perusahaan yang berasal dan beroperasi di Indonesia yang menyediakan jasa layanan kepada masyarakat Indonesia. Untuk memberikan layanan yang memadai kepada pelanggannya, PT Telkom Indonesia membangun infrastruktur berupa kabel yang terletak di darat dan di laut. Untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan kabel untuk seluruh jangkauan layanannya, data koordinat semua kabel tersebut didigitalisasikan dalam bentuk Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis website yang hanya dapat diakses oleh karyawan melalui Virtual Private Network (VPN). Sebuah kabel terhubung dengan 2 infrastruktur yang berjenis lain yang dapat berupa kantor cabang ataupun hub perantara yang menghubungkan kabel satu dengan kabel lainnya. Kabel yang didigitalisasi ke dalam SIG direpresentasikan dengan serangkaian titik koordinat yang terdiri dari *latitude* dan *longitude* yang dipisahkan oleh tanda koma, yang kemudian dirangkai menjadi satu dengan dipisahkan oleh spasi.

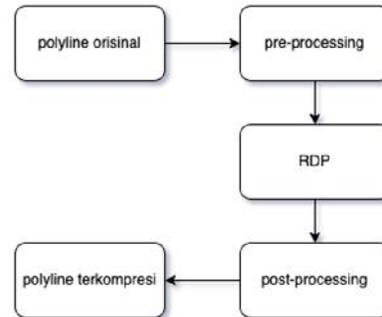
Jumlah kabel yang tersimpan di dalam basisdata SIG PT Telkom Indonesia adalah sebanyak 3.159 kabel yang terdiri dari berbagai jenis dan lokasi. Dilihat dari segi jumlah titik penyusunnya, sebuah kabel dapat terdiri dari minimal 3 titik koordinat dan kabel dengan rangkaian titik terbanyak adalah terdiri dari 2.646 titik koordinat. Dilihat dari segi panjang teks yang digunakan untuk menyimpan rangkaian titik sebuah kabel, kabel terpendek menggunakan 110 karakter untuk menyimpan seluruh titik koordinatnya, sedangkan kabel terpanjang menggunakan 65.512 karakter. Sebuah koordinat, baik *latitude* maupun *longitude*, rata-rata menggunakan menggunakan 16 atau 17 karakter. Secara keseluruhan, untuk menampilkan seluruh data infrastruktur berupa kabel ke dalam SIG yang berbasis website dan diakses dari berbagai lokasi di Indonesia, diperlukan transfer data sebesar kurang lebih 16 MB. Transfer data sebesar ini menimbulkan masalah, yaitu adanya waktu tunggu yang cukup lama yang harus dialami oleh pengguna, terlebih jika SIG tersebut diakses dari jaringan yang lambat seperti jaringan 3G yang memerlukan waktu sekitar 1,5 hingga 4 menit. Akibatnya, pengguna tidak dapat berinteraksi dengan SIG selama beberapa menit dikarenakan harus menunggu data seluruh kabel selesai ditransfer.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka diperlukan metode untuk mengubah data kabel-kabel yang terdiri dari banyak titik atau dapat disebut juga dengan polyline menjadi polyline baru yang memiliki kemiripan dengan sebelumnya namun memiliki jumlah titik yang lebih sedikit. Salah satu metode untuk menghasilkan polyline yang lebih sedikit adalah dengan menggunakan algoritma Ramer-Douglas-Peucker (RDP). Metode sejenis yang juga banyak digunakan untuk menyederhanakan titik-titik di dalam polyline adalah metode Visvalingam-Whyatt, namun metode ini memiliki kelemahan jika dibandingkan dengan metode RDP, yaitu dapat menghilangkan titik-titik yang membentuk lonjakan tajam (Wabi ski and Mo cicka 2019).

Berdasarkan kondisi yang telah diuraikan maka penelitian yang dilakukan adalah melakukan kompresi terhadap titik-titik penyusun kabel dengan membuang titik-titik yang kurang signifikan sehingga menghasilkan polyline dengan jumlah titik yang lebih kecil menggunakan algoritma Ramer-Douglas-Peucker (RDP). Jumlah titik penyusun polyline yang lebih kecil menyebabkan data yang perlu ditransfer dari server ke terminal client juga menjadi lebih kecil sehingga dapat meminimalkan waktu tunggu pengguna.

METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dijelaskan dalam bentuk skema metodologi penelitian. Tahapan-tahapan tersebut menggambarkan proses-proses yang dilakukan di dalam penelitian sehingga dapat menghasilkan hasil penelitian yang diharapkan. Tahapan-tahapan tersebut disajikan dalam Gambar 1.



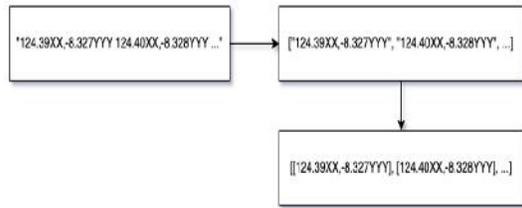
Gambar 1 Metodologi Penelitian

Bahan dan Alat Penelitian

Algoritma Ramer-Douglas-Peucker (RDP) diimplementasikan dalam bahasa pemrograman Python, data kabel yang berisi serangkaian titik koordinat membentuk polyline disimpan ke dalam basisdata menggunakan MySQL, aplikasi web untuk mengirimkan data dari basisdata kepada pengguna menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan framework Laravel dan aplikasi client dibangun menggunakan bahasa pemrograman Javascript dengan framework Angular. Pengujian dilakukan menggunakan aplikasi browser Google Chrome dengan memberlakukan pengaturan network throthling jaringan 3G untuk mensimulasikan kondisi jaringan di lapangan.

Data Pre-processing

Semua kabel yang tersimpan di dalam basisdata Sistem Informasi Geografis (SIG) disimpan menggunakan tipe data *text*. Setiap kabel memiliki serangkaian titik koordinat yang merepresentasikan ujung awal hingga ujung akhir kabel. Tiap titik koordinat dipisahkan oleh spasi dan sebuah titik koordinat terdiri dari *latitude* dan *longitude* yang dipisahkan oleh karakter koma (.). Data yang berbentuk seperti ini perlu diolah terlebih dahulu menjadi *array* yang berisi sekumpulan titik koordinat (*latitude* dan *longitude*) dengan tipe data *float* agar dapat digunakan untuk operasi aritmatika pada tahapan selanjutnya. Ilustrasi tahapan pre-processing ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Tahap pre-processing

Ramer-Douglas-Peucker (RDP)

Ramer-Douglas-Peucker (RDP) merupakan algoritma untuk menghasilkan *polyline* atau kurva baru yang serupa dengan kurva lama dengan membuang titik-titik penyusunya yang memenuhi kriteria tertentu. Kurva baru yang dihasilkan oleh RDP mampu mempertahankan lonjakan-lonjakan tajam yang dimiliki oleh kurva lama (Douglas and Peucker 1973; Ramer 1972). Hal ini merupakan salah satu keunggulan dari metode RDP dibandingkan dengan metode Visvalingam-Whyatt (Wabi ski and Mo cicka 2019). Keunggulan ini menjadikan metode RDP digunakan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan pada masa sekarang, seperti pada penyederhanaan riwayat lintasan kapal (Liu et al. 2019; Zhao and Shi 2018), konversi kurva kontinu menjadi kurva diskrit untuk beberapa algoritma machine learning dan data mining (Goz, Mutlu, and Akbulut 2018), mengkompresi ukuran grafik EKG (Guedri, Bajazhar, and Belmabrouk 2021).

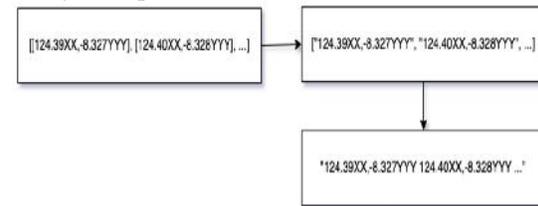
Algoritma RDP menerima inputan berupa *array* yang berisi sekumpulan titik koordinat yang menyusun sebuah kurva atau *polyline* dan sebuah konstanta yang merepresentasikan nilai ambang jarak antara titik-titik di dalam kurva terhadap garis yang ditarik dari ujung awal ke ujung akhir dari kurva. Algoritma RDP berjalan dengan mencari titik yang memiliki jarak terbesar (P_{max}) terhadap garis yang ditarik dari ujung awal ke ujung akhir kurva. Jika titik P_{max} tersebut memiliki jarak lebih besar daripada nilai konstanta, maka titik tersebut ditandai agar tetap menjadi bagian dari kurva baru nantinya, menghitung dua sub-kurva yang tersusun dari titik-titik dari ujung awal hingga ke titik P_{max} dan dari titik P_{max} ke ujung akhir kurva dan kemudian menginputkannya kepada algoritma RDP secara rekursif. Jika titik yang memiliki jarak terbesar (P_{max}) nilainya tidak lebih besar daripada nilai konstanta, maka kurva baru yang dibentuk tersusun dari dua titik, yaitu ujung awal dan ujung akhir (Douglas and Peucker 1973). Semakin besar nilai, maka kurva baru yang dihasilkan akan memiliki jumlah titik yang semakin kecil dan sebaliknya. Pseudocode algoritma RDP dapat dilihat pada Gambar 3.

```
def rdp(points: List, epsilon: float):
    max_distance, index_max_distance =
    findFurthestPoin(points, points[0], points[-1])
    if max_distance > epsilon:
        res1 = rdp(points[0 :
        index_max_distance], epsilon)
        res2 = rdp(points[index_max_distance : -
        1], epsilon)
```

Gambar 3 Pseudocode algoritma RDP

Data Post-processing

Data post-processing adalah tahapan untuk mengubah hasil perhitungan algoritma RDP kembali menjadi data dengan format yang dapat diterima oleh Sistem Informasi Geografis (SIG) PT Telkom Indonesia. Tahapan post-processing ini sama dengan tahapan pre-processing hanya saja dengan urutan yang terbalik. Ilustrasi tahapan post-processing ini ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Tahap post-processing

Waktu Tunggu Halaman Website

Seorang pengguna dapat mengakses suatu website dengan memasukkan URL tertentu ke dalam browser, dan akan mendapatkan tampilan website setelah menunggu beberapa saat. Pengguna dapat berinteraksi dengan optimal dengan suatu halaman website ketika halaman tersebut telah selesai dimuat seluruh elemen penyusunnya. Kecepatan suatu halaman website untuk ditampilkan di komputer pengguna dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kecepatan jaringan yang rendah, aplikasi server yang belum dioptimasi, perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk mengakses halaman website dan kebutuhan komputasional yang diperlukan oleh halaman website tersebut (Basalla et al. 2021).

Semakin singkat waktu yang diperlukan agar seorang pengguna dapat berinteraksi dengan halaman website, maka itu merupakan hal yang bagus bagi pemilik website tersebut dan juga bagi pengguna itu sendiri. Pada kasus pencarian website, saat pengguna mencari situs tertentu dan mengunjungi situs tersebut namun situs tersebut tidak dapat ditampilkan dalam waktu kurang dari 2 detik, maka hal itu menyebabkan sebagian besar pengguna kehilangan ketertarikan terhadap situs tersebut (Nah 2004). Jika pengguna mengakses suatu halaman website dan harus menunggu lebih dari 10 detik maka pengguna

tersebut akan mengalami distraksi dari tujuan awal ia mengakses suatu halaman website, dan menunggu lebih dari 60 detik akan menyebabkan pengguna sepenuhnya meninggalkan tujuan awal ia mengakses halaman website (Chen, Subramanian, and Toyama 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Kompresi Polyline dan Perubahan Waktu Tunggu

Kurva atau polyline yang dihasilkan oleh algoritma Ramer-Douglas-Peucker (RDP) dipengaruhi oleh nilai konstanta ϵ . Semakin besar nilai konstanta ϵ , maka kurva yang dihasilkan menjadi lebih sederhana yang terdiri atas sedikit titik-titik koordinat, dan sebaliknya semakin kecil nilai konstanta ϵ , maka kurva yang dihasilkan menjadi lebih mirip dengan jumlah titik koordinat yang mendekati atau bahkan sama dengan kurva asli.

Semakin sedikit jumlah titik koordinat penyusun sebuah kurva atau polyline, maka akan semakin sedikit pula ruang penyimpanan basisdata yang digunakan. Lebih lanjut, ukuran data kabel-kabel yang perlu dikirim dari server kepada client pada Sistem Informasi Geografis (SIG) juga semakin sedikit pula yang selanjutnya menyebabkan data kabel tersebut dapat dikirim lebih cepat sehingga mengurugi waktu tunggu pengguna. Data tingkat kompresi kabel secara keseluruhan berdasarkan berbagai nilai ϵ ditampilkan pada Tabel 1. Pada kondisi tidak terkompresi, ukuran data seluruh data kabel adalah sebesar 16 MB dan waktu yang diperlukan untuk mengirimkan melalui jaringan 3G adalah sebesar 1,5 menit.

Tabel 1 Hasil kompresi dan waktu transfer dengan berbagai nilai ϵ

No	ϵ	Ukuran Data Terkompresi	Rasio Kompresi	Waktu Transfer (3G)
1	1	683 kB	95,83%	4,40 detik
2	0,1	686 kB	95,81%	4,41 detik
3	0,01	810 kB	95,05%	5,10 detik
4	0,001	1,9 MB	88,12%	11,28 detik
5	0,0001	5,3 MB	66,87%	30,24 detik
6	0,00001	10,8 MB	32,5%	1 menit
7	0,000001	13,8 MB	13,75%	1,3 menit
8	0,0000001	14,3 MB	10,62%	1,3 menit

Pada sisi pengguna, aplikasi SIG yang diakses adalah aplikasi yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Javascript dengan framework Angular yang dapat menampilkan halaman website dalam waktu kurang lebih 2 detik dan hal ini masih dalam ambang batas ketertarikan pengguna terhadap sebuah halaman website [9]. Setelah halaman website selesai dimuat dan ditampilkan, halaman tersebut akan mengirimkan request secara asinkronus menggunakan ajax kepada server untuk mendapatkan data seluruh kabel yang perlu ditampilkan. Berdasarkan hasil pengujian, data kabel-kabel yang dikompresi menggunakan algoritma RDP dengan nilai ϵ adalah 1, 0,1 dan 0,01 menunjukkan data kabel-kabel tersebut dapat dikirimkan dalam waktu kurang dari 10 detik yang merupakan nilai ambang batas seorang pengguna akan mengalami distraksi [10]. Sedangkan untuk nilai ϵ 0,001 dan yang lebih kecil menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan untuk mengirimkan data polyline kabel hasil kompresi lebih dari 10 detik.

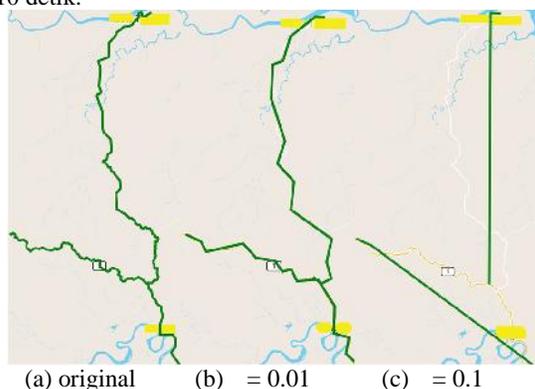
Kinerja algoritma RDP terhadap data polyline dari kabel-kabel dengan nilai ϵ 1, 0,1 dan 0,01 memberikan rasio kompresi sekitar 95%, artinya ukuran data polyline kabel-kabel hasil kompresi tersebut hanya 5% dari ukuran aslinya. Kompresi algoritma RDP dengan nilai ϵ 0,001 atau yang lebih kecil menghasilkan rasio kompresi kurang dari 89%.

Tampilan Polyline Hasil Kompresi

Algoritma Ramer-Douglas-Peucker (RDP) merupakan algoritma yang mengubah suatu polyline menjadi polyline baru yang serupa namun memiliki jumlah titik penyusun yang lebih sedikit (Douglas and Peucker 1973). RDP menggunakan suatu nilai konstanta ϵ yang berperan sebagai nilai ambang titik-titik yang perlu dipertahankan pada polyline baru. Semakin besar nilai ϵ , maka semakin sedikit jumlah titik yang dipertahankan, dan sebaliknya. RDP merupakan algoritma yang mampu mempertahankan lonjakan-lonjakan tajam yang ada di dalam polyline atau kurva. Sebagai akibatnya, polyline atau kurva yang dihasilkan oleh RDP akan kehilangan sebagian detil lonjakan-lonjakan halus jika dibandingkan dengan polyline atau kurva aslinya. Beberapa contoh perbandingan *polyline* atau kurva asli dengan hasil kompresi ditampilkan pada Gambar 5 yang menampilkan data beberapa kabel yang terletak di suatu daerah tertentu.

Gambar 5a merupakan tampilan kabel-kabel asli atau yang belum dikenakan kompresi, Gambar 5b merupakan tampilan kabel-kabel yang telah dikompresi dengan ϵ bernilai 0,01, dan Gambar 5c merupakan tampilan kabel-kabel yang telah dikompresi dengan ϵ bernilai 0,1. Dapat dilihat bahwa data kabel-kabel yang berbentuk polyline atau kurva yang dikompresi menggunakan algoritma RDP dengan ϵ bernilai 0,01 memiliki detil lonjakan-

lonjakan garis yang lebih banyak atau disusun oleh lebih banyak garis dibandingkan dengan kabel hasil kompresi menggunakan algoritma RDP dan bernilai 0,1. Sehingga kabel hasil kompresi dengan algoritma RDP dan bernilai 0,01 lebih mirip dengan kabel asli dibandingkan dengan kabel hasil kompresi menggunakan algoritma RDP dengan bernilai 0,1. Sedangkan, untuk bernilai 0,001 atau yang lebih kecil akan memberikan hasil berupa polyline yang lebih mirip dengan polyline asli, namun akan menyebabkan waktu pengiriman data kabel kepada pengguna menjadi lebih dari 10 detik yang dapat menyebabkan pengguna mengalami distraksi terhadap tujuan awal ia menggunakan SIG [10]. Dan untuk bernilai 0,1 atau yang lebih besar akan memberikan hasil berupa kabel yang banyak kehilangan detail atau sedikit kemiripan dengan kabel asli meskipun waktu pengiriman data kabel di bawah 10 detik.



Gambar 5 Perbandingan tampilan kabel asli dengan kabel hasil kompresi

KESIMPULAN

Penggunaan algoritma Ramer-Douglas-Peucker (RDP) untuk menyederhakan data kabel-kabel yang berbentuk polyline atau kurva berhasil mengurangi waktu tunggu pengguna yang disebabkan oleh besarnya data kabel yang harus dikirim dari server kepada komputer pengguna dari yang awalnya memerlukan waktu sebesar 1,5 menit menjadi hanya sekitar 5 detik. Berdasarkan data pengujian waktu tunggu hasil kompresi dan tampilan hasil kompresi, nilai yang optimal adalah sebesar 0,01 yang memberikan data kabel kompresi sebesar 810 kB dari ukuran asli sebesar 16 MB dengan rasio kompresi sebesar 95,05% dan waktu pengiriman sebesar 5,10 detik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Telkom Indonesia yang telah memberikan izin dan mendukung terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Basalla, Marcus, Johannes Schneider, Martin Luksik, Roope Jaakonmäki, and Jan Vom Brocke. 2021. "On Latency of E-Commerce Platforms." *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce* 31(1):1–17. doi: 10.1080/10919392.2021.1882240.
- Chen, Jay, Lakshminarayanan Subramanian, and Kentaro Toyama. 2009. "Web Search and Browsing Behavior under Poor Connectivity." Pp. 3473–78 in *CHI '09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, CHI EA '09*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery.
- Douglas, David, and Thomas Peucker. 1973. "Algorithms for the Reduction of the Number of Points Required to Represent a Digitized Line or Its Caricature." *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization* 10:112–22. doi: 10.3138/FM57-6770-U75U-7727.
- Goz, Furkan, Alev Mutlu, and Orhan Akbulut. 2018. "Analysis of Ramer-Douglas-Peucker Algorithm as a Discretization Method." Pp. 1–4 in *2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*.
- Guedri, Hichem, Abdullah Bajahzar, and Hafedh Belmabrouk. 2021. "ECG Compression with Douglas-Peucker Algorithm and Fractal Interpolation." *Mathematical Biosciences and Engineering* 18(4):3502–21.
- Liu, Jingxian, Huanhuan Li, Zaili Yang, Kefeng Wu, Yi Liu, and Ryan Wen Liu. 2019. "Adaptive Douglas-Peucker Algorithm With Automatic Thresholding for AIS-Based Vessel Trajectory Compression." *IEEE Access* 7:150677–92. doi: 10.1109/ACCESS.2019.2947111.

- Nah, Fiona Fui-Hoon. 2004. "A Study on Tolerable Waiting Time: How Long Are Web Users Willing to Wait?" *Behaviour & Information Technology* 23(3):153–63. doi: 10.1080/01449290410001669914.
- Ramer, Urs. 1972. "An Iterative Procedure for the Polygonal Approximation of Plane Curves." *Computer Graphics and Image Processing* 1(3):244–56. doi: 10.1016/S0146-664X(72)80017-0.
- Wabi ski, Jakub, and Albina Mo cicka. 2019. "Automatic (Tactile) Map Generation—A Systematic Literature Review." *ISPRS International Journal of Geo-Information* 8(7):293. doi: 10.3390/ijgi8070293.
- Zhao, Liangbin, and Guoyou Shi. 2018. "A Method for Simplifying Ship Trajectory Based on Improved Douglas–Peucker Algorithm." *Ocean Engineering* 166:37–46. doi: 10.1016/j.oceaneng.2018.08.005.