

Proyeksi Dampak Pertumbuhan Penduduk Provinsi Sumatera Utara di Tahun 2035: Analisis Geometri dan Eksponensial

Rahmi Ramadhani^{1*}, Pargaulan Siagian²

¹Informatika, Universitas Potensi Utama

²Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Medan

rahmiramadhani3@gmail.com^{1*}; pargaulansiagian19@gmail.com²

Abstract

Population growth is an essential factor in community development in an area. The Sustainable Development Goals (SDGs) state that a country can achieve economic development and a significant demographic bonus by considering the rate of population growth. This study aims to analyze the results of projections related to the impact of population growth in the province of North Sumatra from 2020-2035 using geometric and exponential analysis approaches. This study uses geometric and exponential analysis, which has a good significance level and does not have a significant difference bias compared to other investigations. The research method used is qualitative research with a descriptive case study type. The data used is secondary data originating from the Central Statistics Agency of North Sumatra Province and the Ministry of Education and Culture. The data is analyzed using a geometric and exponential approach from 2021-2035. The results showed that the population growth rate of North Sumatra from 2020-2035 using both geometric and exponential analysis did not have a significant difference and had an increase. This study also found that the impact of population growth in North Sumatra has the potential for a sizeable demographic bonus by taking into account population density to equitable distribution of education. This study provides recommendations to policymakers to make policy improvements related to the rate of population growth in dealing with the ageing population and maximizing the demographic bonus obtained in 2035.

Keyword: Population Growth, Geometric Approach, Exponential Approach, Sustainable Development Goals

Abstrak

Pertumbuhan penduduk merupakan faktor penting dalam pembangunan masyarakat di suatu wilayah. Sustainable Development Goals (SDGs) menyatakan bahwa suatu Negara dapat mencapai pembangunan ekonomi dan bonus demografi yang besar dengan memperhatikan laju pertumbuhan penduduk. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil proyeksi terkait dampak pertumbuhan penduduk provinsi Sumatera Utara dari tahun 2020-2035 menggunakan analisis pendekatan geometri dan eksponensial. Penelitian ini menggunakan analisis geometri dan eksponensial yang memiliki tingkat signifikansi yang baik dan tidak memiliki bias perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan analisis lainnya. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif dengan jenis studi kasus deskriptif. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang berasal dari Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara dan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Data dianalisis menggunakan pendekatan geometri dan eksponensial dari tahun 2021-2035. Hasil penelitian menunjukkan laju pertumbuhan penduduk provinsi Sumatera Utara dari tahun 2020-2035 baik menggunakan analisis geometri dan eksponensial tidak memiliki perbedaan signifikan dan memiliki peningkatan. Penelitian ini juga menemukan dampak pertumbuhan penduduk di provinsi Sumatera Utara memiliki potensi bonus demografi yang besar dengan memperhatikan kepadatan penduduk, hingga pemerataan pendidikan. Hasil penelitian ini memberikan rekomendasi kepada pemangku kebijakan untuk melakukan perbaikan kebijakan terkait laju pertumbuhan penduduk dalam menghadapi ageing population dan memaksimalkan bonus demografi yang diperoleh di tahun 2035.

Kata Kunci: Pertumbuhan Penduduk, Pendekatan Geometri, Pendekatan Eksponensial, Sustainable Development Goals

1. Pendahuluan

Perkembangan suatu negara tidak terlepas dari faktor pembangunan ekonomi secara global. Faktor pembangunan ekonomi secara global pada akhirnya menghadirkan suatu deklarasi yang membantu negara-negara dalam mewujudkan pembangunan negara yang berkelanjutan, yang saat ini dikenal dengan *Sustainable Development Goal* (SDGs) yang dideklarasikan pada tahun 2015. *Sustainable Development Goal* (SDGs) merupakan suatu program yang bertujuan untuk menuntaskan garis kemiskinan, mengurangi kesenjangan sosial, serta melindungi lingkungan. SDGs juga memiliki empat pondasi utama, diantaranya pondasi pembentukan dan pengembangan sosial, pondasi pembentukan dan pengembangan lingkungan, pondasi pembentukan dan pengembangan ekonomi, dan pondasi pembentukan dan pengembangan hukum dan tata kelola (www.sdgs.bappenas.go.id, 2021). Berdasarkan tujuan dan pondasi utama yang menopang program SDGs, diperoleh perkembangan berkelanjutan berhubungan erat dengan pertumbuhan penduduk di suatu negara. Hal ini didasarkan pada teori Coale-Hoover (tahun 1950-an) yang menjabarkan bahwa laju pertumbuhan penduduk memberikan hambatan terhadap pembangunan dan hal tersebut membutuhkan solusi dalam pengendalian jumlah penduduk (Coale, 1978; Yip & Zhang, 1996).

Hal senada juga diperoleh dari Teori Revisionis (tahun 1970-an) yang menyatakan bahwa *underdevelopment* menyebabkan tingginya laju pertumbuhan penduduk dan investasi pada program pembangunan wilayah. Teori Revisionis juga semakin berkembang pada tahun 1980-an yang menyatakan bahwa kependudukan tidak mempengaruhi proses pembangunan ekonomi, dikarenakan terdapat isu-isu lain yang lebih penting seperti pasar bebas, demokrasi dalam bernegara, dan lain-lain. Berdasarkan teori-teori tersebut maka di tahun 1990-an diperoleh teori yang menjadi dasar dalam paradigma pembangunan yang menyatakan bahwa hak asasi manusia menjadi pusat dari pembangunan yang berkelanjutan, dan pada akhirnya dapat memperbaiki kualitas sumber daya manusia, pemberdayaan perempuan, kesetaraan gender, serta menjadikan kunci keberhasilan dalam pembanguana kependudukan dan sosial (Hodgson, 1988).

Laju pertumbuhan penduduk memberikan peranan dalam menganalisis apakah suatu wilayah atau negara memiliki peluang untuk meningkatkan pembangunan dan pengembangan wilayah mereka atau tidak. Sir John Beddington, mantan Kepala Penasihat Ilmiah Inggris tahun 2013 menyatakan bahwa "Diprediksi pada tahun 2030, dunia akan memerlukan sekitar 50% lebih banyak makanan dan energi, serta sebanyak 30% air tawar untuk mencukupi kebutuhan penduduk dunia. Hal ini mengancam keberlangsungan kehidupan dunia yang juga memberikan kekhawatiran yang sama pada mitigasi wilayah serta adaptasi pada perubahan iklim yang semakin ekstrim" (UK All-Party Parliamentary Group on Population Development and Reproductive Health, 2015). Menyikapi pernyataan tersebut, maka suatu negara atau wilayah, termasuk Indonesia seyogianya melakukan perencanaan yang matang terkait upaya pengendalian laju pertumbuhan penduduk dalam mempertahankan pembangunan wilayah dan mencegah terjadinya ketimpangan dalam memberikan kehidupan yang layak bagi masyarakat Indonesia. Salah satu upaya yang dilakukan pemerintah Indonesia adalah melakukan sensus penduduk setiap tahunnya yang bertujuan untuk memetakan pertumbuhan penduduk, penyebaran penduduk, serta kebutuhan hidup penduduk. Program sensus penduduk juga dirancang untuk mengumpulkan data-data terkait demografi kependudukan, pendidikan, disabilitas, ketenagakerjaan, pemukiman, dan informasi lainnya untuk kepentingan perhitungan proyeksi penduduk, evaluasi Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN), dan monitoring pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs). Penerapan sensus penduduk juga sangat penting untuk menjaga stabilitas pertumbuhan penduduk dan dapat mengestimasi dan memproyeksi pertumbuhan jumlah penduduk.

Estimasi dan proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk juga merupakan suatu kajian menarik yang dapat dilakukan tidak hanya melalui program sensus penduduk yang diselenggarakan oleh Pemerintah sebagai pemangku kebijakan, namun juga dapat dimodelkan menggunakan pendekatan matematis oleh akademisi dalam membantu pemerintah untuk menentukan penentuan keputusan di masa yang akan datang (Islam, 2009). Model matematika pada hakikatnya adalah suatu usaha untuk

mengetahui hubungan-hubungan structural dan dinamika perilaku yang terjadi di berbagai elemen dalam demografi (Ogoke & Nduka, 2016). Estimasi dan proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk dalam pendekatan matematis memiliki beberapa jenis, dua diantaranya adalah pendekatan geometri dan pendekatan eksponensial. Estimasi dan proyeksi yang dilakukan oleh kedua pendekatan ini menggunakan laju pertumbuhan penduduk (*rate of growth*). Pertumbuhan penduduk dapat diartikan sebagai perubahan jumlah penduduk di suatu daerah tertentu pada waktu tertentu, membantu untuk memprediksi masa depan penduduk daerah tersebut. Peramalan penduduk dengan pendekatan geometrik adalah asumsi yang menggunakan dasar perhitungan bunga majemuk untuk menunjukkan bahwa penduduk tumbuh secara geometris dan laju pertumbuhan dianggap sama setiap tahun.

Proyeksi penduduk dengan pendekatan eksponensial adalah asumsi bahwa pertumbuhan penduduk terus menerus terjadi karena faktor kelahiran dan kematian yang terjadi pada waktu tertentu (Al-Eideh & Al-Omar, 2019). Kedua pendekatan matematis tersebut memberikan hasil proyeksi yang akan membantu pemerintah dalam mengambil kebijakan, khususnya terkait program pendidikan dan peningkatan sumber daya alam. Hal ini sejalan dengan tujuan yang ingin dicapai oleh pemerintah Indonesia sesuai dengan tujuan SDGs, dan Indonesia diperkirakan akan menghadapi era bonus demografi pada tahun 2030 hingga 2040 yang mendukung percepatan pembangunan (Novrizaldi, 2020). Bonus demografi yang relevan diartikan sebagai kondisi dimana jumlah penduduk usia kerja (15-64 tahun) lebih banyak dibandingkan dengan jumlah penduduk usia non pekerja (usia di atas 65 tahun) dengan perbandingan lebih dari 60% dari total jumlah penduduk Indonesia (Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara, 2021a).

Beberapa penelitian terdahulu sudah melakukan penelitian yang berkaitan dengan proyeksi penduduk menggunakan pendekatan geometri dan eksponensial, seperti Anggreini et al. (2023) yang melakukan analisis proyeksi penduduk di Daerah Istimewa Yogyakarta dengan menggunakan model eksponensial dan logistik berdasarkan laju pertumbuhan dan daya dukung. Lebih lanjut, Herlina et al. (2023) juga melakukan analisis proyeksi pertumbuhan penduduk Kecamatan Cibinong menggunakan model aritmatik, model geometrik dan model eksponensial. Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Fernandez et al. (2023) yang fokus pada prediksi jumlah penduduk kota Kupang yang dimodelkan dengan model linear, model eksponensial, model geometri dan model logaritma. Namun, berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti lainnya, belum ditemukan penelitian yang melakukan proyeksi dampak pertumbuhan penduduk dengan analisis pendekatan geometri dan eksponensial dengan mengacu pada faktor demografi pendidikan dan demografi luas wilayah yang berkaitan dengan kepadatan penduduk. Merujuk hal tersebut, maka penelitian ini menganalisis lebih lanjut dampak dari adanya proyeksi pertumbuhan penduduk dengan fokus pada dua faktor utama yang menjadi pondasi munculnya bonus demografi, yakni faktor demografi penduduk dan faktor luas wilayah. Oleh sebab itu, analisis lanjutan pada dua faktor tersebut menjadi kebaruan dalam penelitian ini.

Berdasarkan penjabaran tersebut, maka estimasi dan proyeksi pada pertumbuhan penduduk di suatu wilayah memberikan kebermanfaatan jangka panjang dan memiliki dampak yang positif dalam pengembangan wilayah tersebut. Artikel ini bertujuan untuk melakukan estimasi dan proyeksi jumlah penduduk dari tahun 2020 hingga tahun 2035 serta menganalisis rancangan kebijakan apa yang dapat diambil berdasarkan hasil proyeksi yang dilakukan. Proyeksi jumlah penduduk dilakukan menggunakan dua pendekatan matematis, yakni pendekatan geometri dan pendekatan eksponensial dengan subjek proyeksi adalah penduduk provinsi Sumatera Utara.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif deskriptif menggunakan pendekatan studi kasus (Creswell, 2012, 2014) berbasis data statistik yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara (<https://sumut.bps.go.id>) dan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (<https://referensi.data.kemdikbud.go.id>). Subjek penelitian ini adalah penduduk provinsi Sumatera Utara yang terdiri dari 33 kabupaten/kota. Analisis yang digunakan pada artikel ini menggunakan

dua faktor yakni pendidikan (tingkat SD, SMP, SMA, SMK) pada seluruh kabupaten/kota di provinsi Sumatera Utara, dan luas wilayah setiap kabupaten/kota di provinsi Sumatera Utara yang berkaitan dengan kepadatan penduduk. Data jumlah penduduk menggunakan data sensus penduduk provinsi Sumatera Utara pada tahun 2020, dengan tingkat laju pertumbuhan yang disesuaikan pada data statistik tiap kabupaten/kota. Proyeksi yang dilakukan dengan menggunakan dua pendekatan matematis, yakni pendekatan geometri dan pendekatan eksponensial.

Indikator r digunakan untuk melihat dampak pertumbuhan penduduk berdasarkan faktor demografi pendidikan dan faktor demografi wilayah yang berkaitan dengan kepadatan penduduk. Jika nilai yang diperoleh adalah $r > 0$, maka diartikan sebagai pertumbuhan penduduk yang bernilai baik atau terjadi penambahan jumlah penduduk dari tahun sebelumnya. Sedangkan jika nilai yang diperoleh adalah $r < 0$, maka diartikan sebagai pertumbuhan penduduk yang bernilai tidak baik atau terjadi pengurangan jumlah penduduk dari tahun sebelumnya. Jika nilai yang diperoleh adalah $r = 0$, maka diartikan bahwa tidak terjadi perubahan jumlah penduduk dari tahun sebelumnya (Rochaida, 2016). Tahapan penelitian ini diantaranya:

1. Memproyeksikan jumlah penduduk provinsi Sumatera Utara dengan menggunakan pendekatan geometri dan eksponensial dari tahun 2020-2035 berdasarkan data pada setiap kabupaten/kota dan disajikan dalam visualisasi peta dan grafik.
2. Menganalisis jumlah penduduk yang mengalami pertumbuhan penduduk provinsi Sumatera Utara berdasarkan data pada setiap kabupaten/kota.
3. Menganalisis hasil proyeksi yang dilakukan pada jumlah penduduk provinsi Sumatera Utara di tahun 2035 berdasarkan faktor pendidikan dan pengembangan sumber daya alam pada setiap kabupaten/kota.

Berdasarkan tujuan penelitian yang akan dicapai, penelitian ini menggunakan dua pendekatan matematis, yakni pendekatan geometri dan pendekatan eksponensial. Asumsi pada pendekatan geometri menunjukkan bahwa perubahan jumlah penduduk berlangsung dengan persentase tetap dari waktu ke waktu. Jika P_t menunjukkan jumlah penduduk pada tahun t , maka P_0 menunjukkan jumlah penduduk awal dan diasumsikan jumlah penduduk tersebut bertambah sebanyak r persen tiap tahunnya. Simulasi proyeksi penduduk berdasarkan pendekatan geometri adalah

$$P_t = P_0(1 + r)^t \quad \dots (1)$$

Berbeda dengan asumsi pada pendekatan eksponensial dimana perubahan penduduk tiap waktu diasumsikan terjadi dengan persentase tetap, yang disebut dengan $r_{eksponensial}$. Nilai persentase ini dalam pendekatan eksponensial tetap tanpa dipengaruhi jumlah penduduk. Simulasi proyeksi penduduk berdasarkan pendekatan eksponensial adalah (Al-Eideh & Al-Omar, 2019).

$$\left. \frac{dP_t}{dt} \right|_{eksponensial} = r_{eksponensial} \cdot P_t = k \cdot P_t \quad \dots (2)$$

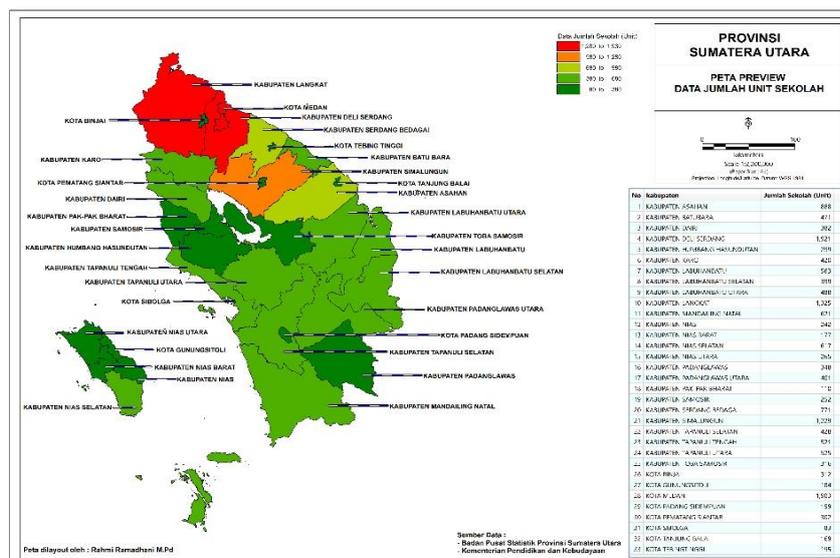
3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Tahapan awal penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara dengan menggunakan data sensus penduduk tiap kabupaten/kota di provinsi Sumatera Utara tahun 2020 sebagai tahun dasar proyeksi. Berdasarkan tujuan penelitian ini, maka analisis dilakukan pada dua faktor yakni faktor demografi pendidikan formal dan faktor luas wilayah setiap kabupaten dan kota yang juga berkaitan dengan kepadatan penduduk.

Analisis Proyeksi Berdasarkan Faktor Demografi Pendidikan

Hasil proyeksi jumlah penduduk provinsi Sumatera Utara pada tahun 2035 juga dapat dianalisis pada faktor demografi pendidikan. Faktor demografi pendidikan yang dianalisis pada artikel ini adalah ketersediaan layanan fasilitas pendidikan formal di setiap wilayah yang berada di provinsi Sumatera Utara sesuai dengan jumlah penduduk pada wilayah tersebut. Pada penjabaran sebelumnya bahwa kelompok penduduk dapat diklasifikasikan dalam kelompok usia pekerja. Jika kita lakukan analisis lebih lanjut, maka dapat kelompok usia pekerja dapat diklasifikasikan kembali ke dalam kelompok usia sekolah, yang dalam hal ini adalah usia 10-19 tahun. Berdasarkan hasil proyeksi jumlah penduduk berdasarkan kelompok usia di tahun 2035 (merujuk pada analisa data penduduk di tahun 2020), maka terdapat potensi untuk terjadinya peningkatan jumlah penduduk usia sekolah. Merujuk pada hal tersebut, maka perlu dilakukan analisa apakah seluruh penduduk dalam usia sekolah tersebut dapat memperoleh pendidikan formal 12 tahun di wilayah tempat bermukim masing-masing? Sesuai dengan peraturan Kementerian, Pendidikan dan Kebudayaan, terdapat maksimal jumlah siswa yang diperbolehkan dalam 1 rombongan belajar untuk tiap tingkatan, diantaranya jumlah siswa dalam setiap rombongan belajar untuk tingkat SD/MI tidak melebihi 32 orang, untuk tingkat SMP/MTs tidak melebihi 36 orang (Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 23, 2013), untuk tingkat SMA/MA tidak melebihi 32 orang dan untuk tingkat SMK/MAK tidak melebihi 32 orang (Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 41, 2007).

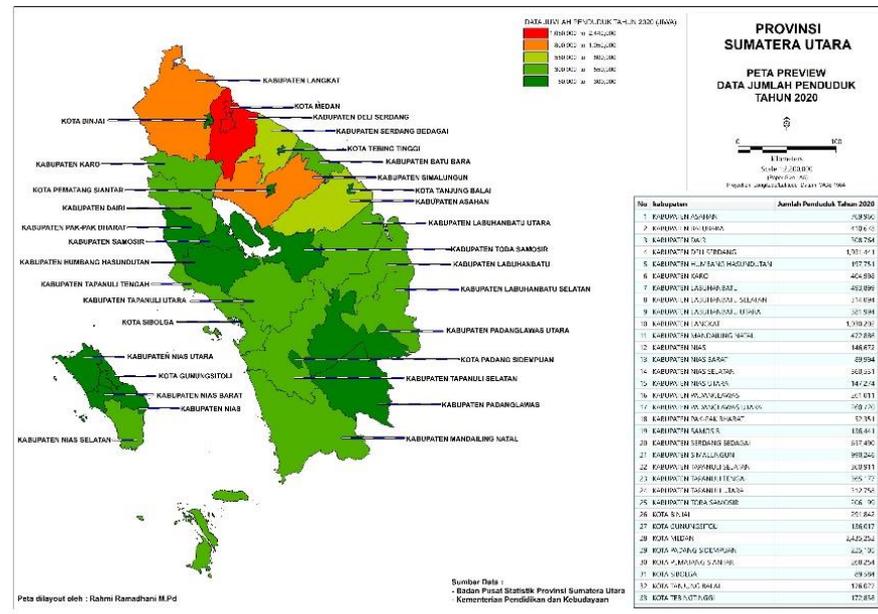
Berdasarkan hal tersebut maka, akan berpotensi bahwa tidak semua penduduk dalam usia sekolah dapat mengikuti pendidikan formal, karena jumlah proyeksi penduduk usia sekolah tahun 2035 dengan banyaknya jumlah sekolah tiap kabupaten/kota tidak seimbang. Hal ini juga diperkuat dengan kecenderungan orang tua siswa untuk memilih sekolah yang memiliki tingkat popularitas, baik didasarkan oleh prestasi sekolah maupun didasarkan oleh jarak antara sekolah dan rumah siswa. Oleh sebab itu perlu dilakukan pembenahan dalam pemetaan siswa khususnya pada kondisi penerimaan siswa baru di tahun ajaran baru. Konsep ini telah dilakukan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan dengan menerapkan sistem zonasi yang dikontrol oleh tiap Dinas Pendidikan wilayah masing-masing yang disesuaikan dengan beberapa faktor, diantaranya jarak antara rumah dan sekolah, demografi kependudukan (penduduk setempat atau tidak yang dilihat dari kepemilikan Kartu Keluarga daerah setempat), dan siswa berprestasi, maupun jalur perpindahan dinas orang tua. Sistem ini hingga saat ini mampu mengendalikan penumpukan jumlah siswa pada beberapa sekolah dan mampu memaksimalkan jumlah rombel dan jumlah siswa tiap rombel sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Berikut disajikan peta preview data sekolah yang berada pada setiap kabupaten/kota di provinsi Sumatera Utara:



Gambar 1. Peta Preview Data Sekolah Tiap Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Utara

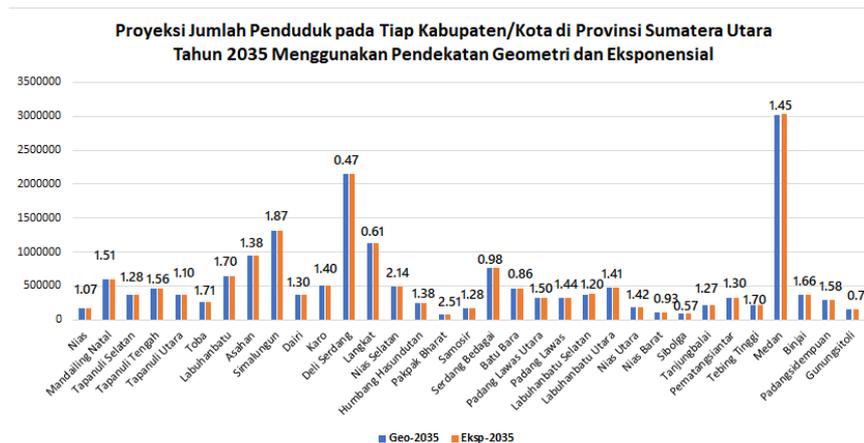
Analisis Proyeksi Berdasarkan Faktor Luas Wilayah dan Kepadatan Penduduk

Luas wilayah berkaitan dengan kepadatan penduduk pada wilayah tersebut. Berikut tampilan peta jumlah penduduk tiap kabupaten/kota di provinsi Sumatera Utara pada tahun 2020.



Gambar 2. Peta Preview Data Jumlah Penduduk Provinsi Sumatera Utara Tiap Kabupaten/Kota Tahun 2020

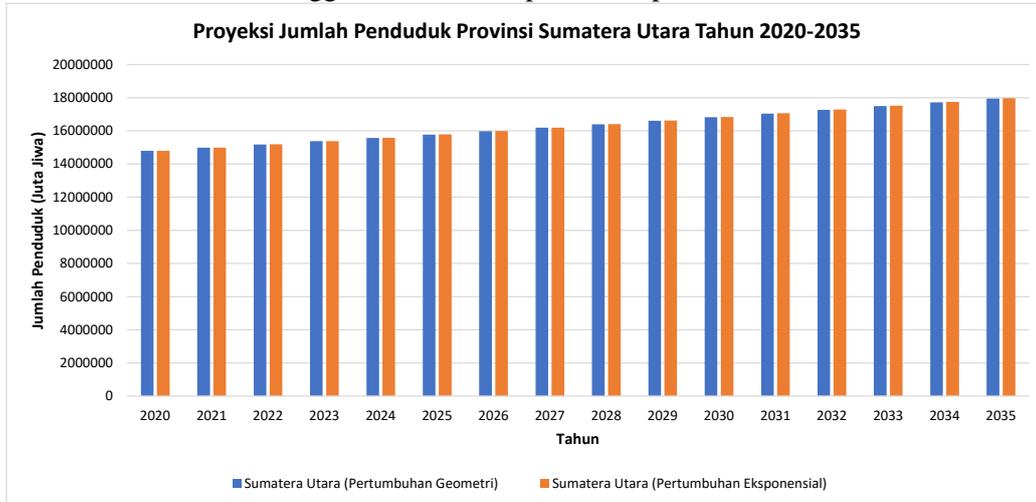
Pada Gambar 2 terlihat bahwa kota Medan dan kabupaten Deli Serdang menjadi wilayah yang memiliki jumlah penduduk yang tertinggi yang ditandai dengan warna merah, yang masing-masing berjumlah 2.435.252 jiwa dan 1.931.441 jiwa. Wilayah yang memiliki jumlah penduduk terendah diwakili dengan tandai hijau tua yang terlihat pada Gambar 2. Pada Gambar 3 ditampilkan laju pertumbuhan penduduk yang didasarkan pada persentase laju pertumbuhan penduduk pada tahun 2020 sebagai berikut.



Gambar 3. Proyeksi Jumlah Penduduk Provinsi Sumatera Utara Tiap Kabupaten/Kota Tahun 2035 Menggunakan Pendekatan Geometri dan Eksponensial

Pada Gambar 3 di atas, terlihat bahwa pertumbuhan jumlah penduduk provinsi Sumatera Utara di tahun 2035 dengan laju pertumbuhan tiap kabupaten/kota baik menggunakan pendekatan geometri maupun pendekatan eksponensial tidak jauh berbeda. Hal yang sama juga terlihat pada proyeksi jumlah penduduk secara total di provinsi Sumatera Utara yang dilihat dari tahun 2020 hingga tahun 2035 dengan menggunakan persentase laju pertumbuhan penduduk masing-masing kabupaten/kota

tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Proyeksi jumlah penduduk provinsi Sumatera Utara secara total dari tahun 2020 hingga tahun 2035 dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.



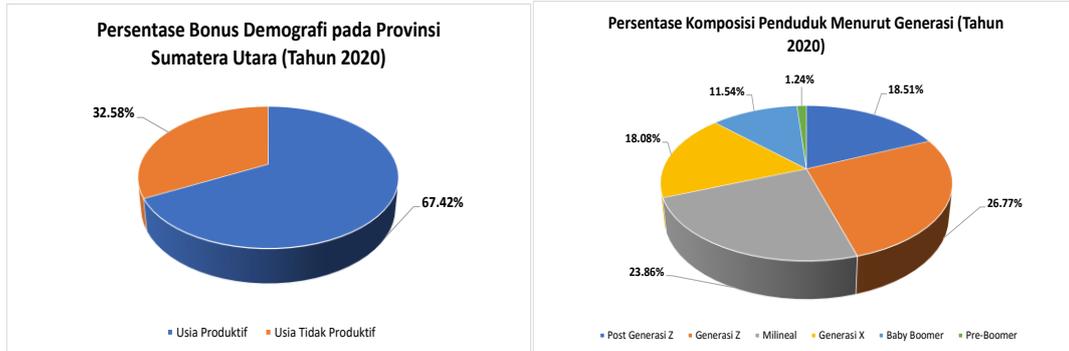
Gambar 4. Proyeksi Jumlah Penduduk Total Provinsi Sumatera Utara dari Tahun 2020-2035 Menggunakan Pendekatan Geometri dan Eksponensial

Berdasarkan hasil proyeksi jumlah penduduk provinsi Sumatera Utara baik yang dilihat berdasarkan tiap kabupaten/kota, maupun berdasarkan jumlah total keseluruhan (ditinjau dari tahun 2020-2035) memberikan penjelasan bahwa terjadi peningkatan jumlah penduduk provinsi Sumatera Utara secara perlahan-lahan. Hal ini juga dapat dilihat berdasarkan persentase laju pertumbuhan penduduk tiap kabupaten/kota yang keseluruhannya memiliki persentase positif ($r > 0$) yang bermakna bahwa terjadi peningkatan jumlah penduduk dari tahun sebelumnya. Jika dilakukan perhitungan rata-rata persentase laju pertumbuhan penduduk provinsi Sumatera Utara secara total berada diangka 1,35% per tahun. Terdapat percepatan laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,13% jika dibandingkan dengan laju pertumbuhan penduduk pada periode 2000-2010 yakni sebesar 1,22%. Jika dilakukan analisis lebih dalam terkait peningkatan jumlah penduduk juga dapat dilihat dari rasio jenis kelamin menurut kelompok usia penduduk provinsi Sumatera Utara di tahun 2020 (menggunakan data sensus penduduk tahun 2020 dimana sebanyak 7,42 juta orang atau 50,15% dari penduduk provinsi Sumatera Utara adalah berjenis kelamin laki-laki. Sementara, jumlah penduduk perempuan berada pada posisi 7,38 juta orang atau 49,85%. Berdasarkan informasi tersebut, maka rasio jenis kelamin penduduk provinsi Sumatera Utara sebesar 101, yang artinya terdapat 101 laki-laki per 100 perempuan di provinsi Sumatera Utara pada tahun 2020.

Jika dilakukan proyeksi terhadap rasio jenis kelamin penduduk provinsi Sumatera Utara pada tahun 2035 dengan mengacu hasil proyeksi jumlah penduduk provinsi Sumatera Utara pada tahun 2035, maka dapat dipastikan bahwa terjadi peningkatan rasio jenis kelamin penduduk selaras dengan peningkatan jumlah penduduk dari tahun 2020 hingga tahun 2035. Hasil proyeksi tersebut menunjukkan bahwa dengan laju pertumbuhan yang dimiliki pada tahun 2020, maka diramalkan bahwa jumlah penduduk provinsi Sumatera Utara di tahun 2035 akan berjumlah sekitar 17 juta 900-an. Hasil proyeksi yang diperoleh selanjutnya dianalisis untuk melihat apakah provinsi Sumatera Utara memiliki potensi bonus demografi atau tidak. Bonus demografi pada suatu wilayah dapat dilihat dari jumlah usia pekerja penduduk wilayah tersebut yang lebih tinggi dibandingkan jumlah usia non-pekerja penduduk.

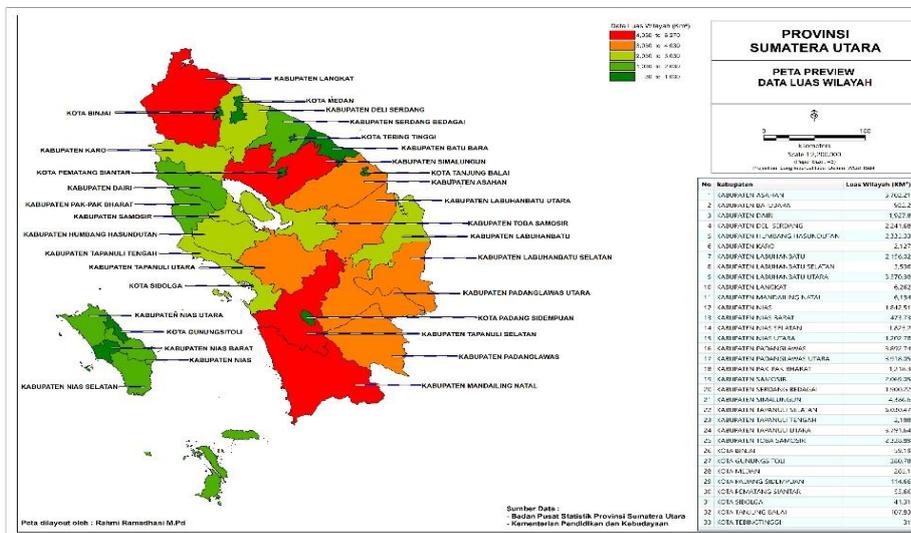
Kategori kelompok usia pekerja dimulai dari kelompok usia 14-65 tahun dan kategori kelompok usia non-pekerja dimulai dari kelompok usia 0-9 tahun dan 65 tahun ke atas. Jumlah penduduk usia pekerja yang sangat besar dalam struktur penduduk dapat menjadi salah satu modal pembangunan. Kajian analisis lanjutan dapat dilihat berdasarkan data kelompok usia dan kategori kelompok usia untuk mengelompokkan komposisi penduduk menurut Generasi. Komposisi penduduk menurut

Generasi (data tahun 2020) dibagi menjadi 6 komposisi, diantaranya Post-Generasi Z (lahir tahun 2013 dan seterusnya, usia kurang lebih 7 tahun), Generasi Z (lahir tahun 1997-2012, usia 8-23 tahun), Milenial (lahir tahun 1981-1996, usia 24-39 tahun), Generasi X (lahir tahun 1965-1980, usia 40-55 tahun), Baby Boomer (lahir tahun 1946-1964, usia 56-74 tahun), dan Pre-Boomer (lahir sebelum tahun 1945, usia lebih dari 75 tahun) (Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara, 2021b). Untuk lebih jelasnya, sajian grafik 6 komposisi tersebut dan persentase bonus demografi pada provinsi Sumatera Utara (Tahun 2020) dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Persentase Komposisi Penduduk Menurut Generasi dan Bonus Demografi pada Tahun 2020

Pada sajian Gambar 5, terlihat bahwa persentase kelompok penduduk dengan usia pekerja lebih besar daripada persentase kelompok penduduk dengan usia non-pekerja. Hal ini bermakna bahwa provinsi Sumatera Utara berpotensi untuk mengembangkan sumber daya alam disebabkan melimpahnya jumlah penduduk yang berada pada usia pekerja. Jika diproyeksikan pada jumlah penduduk provinsi Sumatera Utara di tahun 2035, maka hasil yang diperoleh tidak akan jauh berbeda. Hal ini terlihat dari jumlah penduduk dengan usia non-pekerja (kelompok usia 0-4 tahun dan kelompok usia 5-9 tahun) di tahun 2020 memiliki jumlah yang paling banyak di tahun 2020, dan akan berada pada kelompok usia pekerja di tahun 2035 (perkiraan usia 15-19 tahun dan 20-24 tahun). Selain itu, kelompok usia 10-14 tahun, hingga kelompok usia 45-49 tahun masih berpotensi untuk berada pada kategori kelompok usia pekerja pada tahun 2035. Hal ini menunjukkan bahwa dengan bertambahnya jumlah penduduk kelompok usia pekerja di tahun 2035 yang berasal dari kelompok usia non-pekerja di tahun 2020, memproyeksikan bahwa bonus demografi masih terus berpotensi dimiliki oleh provinsi Sumatera Utara dalam 15 tahun ke depan (2020-2035). Bonus demografi suatu wilayah juga berbanding lurus dengan luas wilayah yang ditempati. Berdasarkan data vektor yang diperoleh, maka pada Gambar 6 di bawah ini akan terlihat luas wilayah setiap kabupaten/kota di provinsi Sumatera Utara.



Gambar 6. Peta Preview Data Luasan Wilayah Tiap Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Utara

Jika data yang disajikan pada Gambar 6 dibandingkan dengan data yang disajikan pada Gambar 2, maka akan terlihat bahwa wilayah kota Medan merupakan wilayah yang akan mengalami penurunan pengembangan sumber daya alam. Hal ini disebabkan proyeksi jumlah penduduk di kota Medan pada tahun 2035 berdasarkan perhitungan menggunakan pendekatan geometri maupun eksponensial menunjukkan jumlah sekitar 3,026,934 jiwa sedangkan luas wilayah kota Medan (berdasarkan peta preview pada Gambar 8) hanya seluas 265.1 km², sehingga kepadatan penduduk di kota Medan pada proyeksi tahun 2035 dapat mencapai 11,418 jiwa/km² atau 1,141.81 jiwa/ha. Berdasarkan klasifikasi kawasan padat penduduk, maka wilayah kota Medan masuk dalam wilayah sangat padat (lebih dari 400 jiwa/ha) (www.puskim.pu.go.id, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa wilayah kota Medan akan mengalami kesulitan dalam pengembangan infrastruktur, peningkatan sumber daya alam, bahkan berpotensi untuk terjadinya krisis lahan pemukiman jika tidak dilakukan upaya-upaya pengendalian jumlah penduduk yang bermukim di kota Medan. Upaya pengendalian dapat dilakukan dengan migrasi penduduk wilayah kota Medan ke wilayah yang masih rendah tingkat kepadatan penduduknya. Selain itu, dapat dilakukan pula kebijakan pelarangan perpindahan penduduk dari wilayah di luar kota Medan ke wilayah kota Medan. Selain kota Medan, terdapat wilayah kabupaten Deli Serdang yang juga memiliki proyeksi jumlah penduduk di tahun 2035 terbanyak kedua setelah kota Medan, yakni 2,158,182 jiwa dengan luas wilayah sebesar 2,241.68 km², sehingga kepadatan penduduk di kabupaten Deli Serdang pada proyeksi tahun 2034 sebesar 962.75 jiwa/km² atau 9,62 jiwa/ha. Jika merujuk pada klasifikasi Kawasan padat penduduk, maka wilayah kabupaten Deli Serdang masuk dalam kategori wilayah rendah kepadatan penduduk (kurang dari 150 jiwa/ha) (www.puskim.pu.go.id, 2021).

Berdasarkan hasil penjabaran yang di atas, maka pertumbuhan penduduk khususnya di provinsi Sumatera Utara memberikan dampak baik yang berkaitan dengan bonus demografi, kepadatan wilayah, hingga pemetaan siswa dalam demografi pendidikan formal. Hasil analisis menggunakan pendekatan geometri maupun eksponensial tidak menunjukkan bias yang signifikan, dan memberikan proyeksi jumlah penduduk yang positif. Hal ini memberikan rekomendasi bahwa analisis geometri dan eksponensial efektif digunakan dalam memproyeksikan pertumbuhan penduduk di suatu wilayah dalam rentang waktu beberapa tahun ke depan dibandingkan dengan analisis pemodelan matematis lainnya. Hasil dari analisis ini menunjukkan bahwa provinsi Sumatera Utara untuk berpotensi besar memiliki bonus demografi yang berkaitan dengan peningkatan sumber daya alam. Potensi yang dimiliki oleh sumber daya manusia usia pekerja di beberapa wilayah tidak didukung dengan ketersediaan lahan wilayah yang memadai (Miladinov, 2023; Singh et al., 2024). Hal ini mengakibatkan perlunya kebijakan dalam meredam kepadatan penduduk di beberapa wilayah yang berpotensi, salah satunya adalah wilayah kota Medan. Meskipun provinsi Sumatera Utara berada dalam jendela kesempatan untuk menggunakan potensi bonus demografi, namun tetap mempersiapkan diri untuk memasuki masa transisi menuju ageing population. Pemerintah perlu mulai mempersiapkan kebijakan-kebijakan pembangunan yang responsive terhadap kondisi kependudukan di provinsi Sumatera Utara.

4. Kesimpulan

Proyeksi pertumbuhan penduduk suatu wilayah memberikan dampak yang signifikan dalam mempersiapkan kebijakan yang mendukung pengembangan pembangunan yang berkelanjutan serta pencapaian pada negara-negara terkait Sustainable Development Goals (SDGs). Teknik pemodelan matematis memberikan bantuan kepada publik tak terkecuali pemangku kebijakan untuk dapat melakukan proyeksi jumlah penduduk di masa yang akan datang. Pendekatan geometri dan pendekatan eksponensial yang digunakan sebagai pendekatan proyeksi jumlah penduduk tidak memiliki bias perbedaan yang signifikan, sehingga dapat dijadikan solusi dalam meramalkan jumlah pertumbuhan penduduk dengan asumsi laju pertumbuhan penduduk yang tetap.

Berdasarkan hasil penelitian ini, analisis geometri dan eksponensial direkomendasikan untuk digunakan karena efektif dalam memproyeksikan pertumbuhan penduduk di suatu wilayah dalam rentang waktu beberapa tahun ke depan dibandingkan dengan analisis pemodelan matematis lainnya. Dampak dari proyeksi pertumbuhan penduduk dapat berkaitan erat dengan kepadatan penduduk, potensi bonus demografi, hingga kebijakan pada berbagai sektor pembangunan manusia, salah satunya adalah program pendidikan. Melalui proyeksi jumlah penduduk, maka pemangku kebijakan terkait dapat merencanakan kebijakan yang sesuai untuk mendukung pemerataan penduduk baik yang berkaitan dengan pengembangan sumber daya alam maupun program pendidikan berkeadilan (pemerataan jumlah siswa di seluruh sekolah melalui program zonasi).

5. Referensi

- Al-Eideh, B. M., & Al-Omar, H. O. (2019). Population Projection Model using Exponential Growth Function with a Birth and Death Diffusion Growth Rate Processes. *European Journal of Scientific Research*, 151(3), 271–276.
- Anggreini, D., Sukiyanto, & Saputra, B. D. (2023). Population projection with the application of the differential equation of the logistic and exponential model (case study: Yogyakarta Special Region Province). *Mathline: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 8(3), 795–804.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara. (2021a). *Potret Sensus Penduduk 2020 Provinsi Sumatera Utara: Menuju Satu Data Kependudukan Indonesia*. Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara. (2021b). *Potret Sensus Penduduk 2020 Provinsi Sumatera Utara: Menuju Satu Data Kependudukan Indonesia*. Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara.
- Coale, A. J. (1978). Population growth and economic development: the case of Mexico. *Foreign Affairs (Council on Foreign Relations)*, 56(2), 415–429. <https://doi.org/10.2307/20039860>
- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research: Planning, Conducting and Evaluating Quantitative and Qualitative Research* (Fourth Edi). Pearson Education Inc.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th edutio). SAGE Publications Inc.
- Fernandez, A. J., Kaluge, A. H., & Lakapu, M. (2023). Pemodelan Pertumbuhan Penduduk Kota Kupang dengan Geogebra. *Jurnal Matematika Integratif*, 19(2), 235–243.
- Herlina, N., Kustiawati, D., Halimi, D. L., & Sari, A. M. (2023). Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Cibinong Dengan Metode Matematik. *ETNIK: Jurnal Ekonomi-Teknik*, 2(2), 145–149.
- Hodgson, D. (1988). Orthodoxy and revisionism in American demography. *Population & Development Review*, 14(4), 541–569. <https://doi.org/10.2307/1973624>
- Islam, R. (2009). Mathematical Modeling of Age Specific Marital Fertility Rates of Bangladesh. *Research Journal of Mathematics and Statictics*, 1(1), 19–22.
- Miladinov, G. (2023). Impacts of population growth and economic development on food security in low-income and middle-income countries. *Frontiers in Human Dynamics*, 5. <https://doi.org/10.3389/fhumd.2023.1121662>
- Novrizaldi. (2020, June 27). *Pemerintah Berkomitmen Wujudkan Bonus Demografi yang Berkualitas / Kementerian Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan*.

<https://www.kemendikpmk.go.id/pemerintah-berkomitmen-wujudkan-bonus-demografi-yang-berkualitas>.

- Ogoke, U. P., & Nduka, E. C. (2016). Comparative Analysis of Population Censuses in Africa. *International Journal of African and Asian Studies*, 27, 44–49.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 23. (2013). *Perubahan Atas Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 15 Tahun 2010 Tentang Standar Pelayanan Minimal Pendidikan Dasar di Kabupaten/Kota*.
- Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 41. (2007). *Standar Proses untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*.
- Rochaida, E. (2016). Dampak pertumbuhan penduduk terhadap pertumbuhan ekonomi dan keluarga sejahtera di Provinsi Kalimantan Timur. *Forum Ekonomi*, 18(1), 14–24.
- Singh, S., Deep Sharma, G., Radulescu, M., Balsalobre-Lorente, D., & Bansal, P. (2024). Do natural resources impact economic growth: An investigation of P5 + 1 countries under sustainable management. *Geoscience Frontiers*, 15(3), 101595. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2023.101595>
- UK All-Party Parliamentary Group on Population Development and Reproductive Health. (2015). *Population Dynamics and the sustainable development goals*.
- [www.puskim.pu.go.id](http://puskim.pu.go.id). (2021). *Klasifikasi Kawasan Padat Penduduk (SNI 03-1733-2004)*. [Http://Puskim.Pu.Go.Id/Aplikasi/Kebutuhan_Rumah/Ref.Php](http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/Kebutuhan_Rumah/Ref.Php).
http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/Kebutuhan_Rumah/ref.php
- [www.sdgs.bappenas.go.id](http://sdgs.bappenas.go.id). (2021). *Sustainable Development Goals*. [Http://Sdgs.Bappenas.Go.Id/](http://sdgs.bappenas.go.id/).
- Yip, C. K., & Zhang, J. (1996). Population growth and economic growth: A reconsideration. *Economics Letters*, 52(3), 319–324. [https://doi.org/10.1016/S0165-1765\(96\)00876-2](https://doi.org/10.1016/S0165-1765(96)00876-2)