

ANALISIS MODEL VERHULST KAITANNYA DENGAN KETERSEDIAAN DOKTER UMUM DI KABUPATEN TTS

Riven Manafe¹, Ariyanto², Kristina Br Ginting³

Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Email: rivenpreslymanafe@gmail.com¹, sapeyanto@gmail.com², nandeeky@gmail.com³

INTISARI

Kabupaten TTS merupakan kabupaten terbesar kedua dengan jumlah penduduk tertinggi di Nusa Tenggara Timur. Rasio tenaga dokter umum dari tahun 2015 hingga 2017 masih jauh dari standar nasional. Oleh karena itu kabupaten TTS mengalami krisis tenaga dokter umum. Penelitian dilakukan dengan pengambilan jumlah populasi penduduk TTS selama 8 tahun terakhir. Hasil yang diperoleh menggunakan pendekatan model logistik Verhulst yaitu (1) Jumlah prediksi penduduk TTS 10 tahun mendatang (tahun 2027) adalah sebanyak 647.815 orang, (2) Jumlah ideal dokter umum yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan kesehatan Penduduk pada tahun 2027 sebanyak 259 orang.

Kata kunci : model Verhulst, penduduk, dokter umum

ABSTRACT

TTS Regency is the second largest regency with the highest population in East Nusa Tenggara. The ratio of general practitioners from 2015 to 2017 is below national standard. Therefore, the TTS regency has experienced a crisis of general practitioners. The research was conducted by taking the number of TTS population of the last eight years. We use the Verhulst model to predict the number of population and propose the ideal number of general practitioners. We found that the number of TTS population is predicted to be 647.815 in 2027. Furthermore, the ideal number of general practitioners in 2027 is 259 people.

Keywords: *Verhulst model, Population, General Practitioner*

I. PENDAHULUAN

Kabupaten TTS merupakan Kabupaten terbesar kedua di Nusa Tenggara Timur dengan persentase wilayah sebesar 27,42 persen berada di pulau Timor, dan luas wilayahnya adalah 3.947,1 km². Kota So'e merupakan ibukota dari Kabupaten TTS. Pada tahun 2015 Kabupaten TTS tercatat memiliki 32 kecamatan, 266 desa, dan jumlah kelurahan sebanyak 12 buah. Berdasarkan hasil registrasi BPS tahun 2015 Kabupaten Timor Tengah Selatan memiliki jumlah penduduk sebanyak 459.310,00 jiwa dengan kepadatan 116 jiwa per kilometer persegi.

Berdasarkan laporan PBB maka pada 2100 penduduk dunia diprediksi akan mencapai 11 miliar jiwa. Dimana Asia diprediksi berada pada peringkat teratas dengan jumlah penduduk mencapai 4,78 miliar. Indonesia pada tahun 2018 berada pada peringkat empat dunia sebagai negara dengan populasi penduduk terbanyak, yaitu sebesar 266,8 juta jiwa dan diperkirakan trend ini akan terus naik.

Berdasarkan data dari IDI disebutkan bahwa Provinsi NTT mengalami krisis tenaga dokter dan tenaga Perawat. Idealnya harus ada 40 dokter umum, 11 dokter gigi, 9 dokter spesialis, 117 perawat dan 75 bidan per 1000 penduduk. Namun syarat ini belum mampu dipenuhi oleh Provinsi NTT karena berbagai keterbatasan. Berdasarkan kajian Dinas Kesehatan NTT menyatakan bahwa terdapat 350 lebih layanan kesehatan di NTT dan idealnya dibutuhkan sekitar 1.050 dokter. Namun yang tersedia saat ini baru 400 dokter umum dan 172 dokter gigi. Ini menunjukkan bahwa kuota dokter di NTT masih sangat sedikit dan perlu adanya penambahan.

Dinamika pertumbuhan populasi suatu penduduk tak pernah lepas dari kebijakan pemerintah, baik pemerintah pusat, provinsi maupun pemerintah kabupaten dan kota. Oleh karena itu pemerintah harus memiliki strategis dan kebijakan terukur dalam menekan pertumbuhan penduduk agar tidak melebihi batas, sebab bila kelebihan batas maka banyak sekali persoalan-persoalan baru menjadi beban pemerintah. Kapasitas tampung (K) suatu wilayah didefinisikan sebagai luas wilayah yang dapat dijadikan tempat tinggal (luas wilayah daratan) dikalikan dengan 1 jiwa per luas standar hidup minimum tiap orang (Iswandi, 2009).

Model Verhulst merupakan salah satu model matematika berfungsi untuk memprediksi pertumbuhan populasi penduduk. Model ini sangatlah terkenal karena ia memasukan batas untuk populasinya sehingga jumlah populasi yang akan diprediksi tidak akan tumbuh secara tak berhingga. Hal ini berarti laju pertumbuhan akan terbatas pada ketersediaan makanan, minuman, perumahan, fasilitas kesehatan dan sumber hidup lainnya.

II. MATERI DAN METODE KAJIAN

Gambaran Umum Kabupaten TTS

Kabupaten TTS memiliki luas 3.947,1 km², dan juga merupakan salah satu kabupaten terbesar kedua yang berada di provinsi NTT. Kabupaten ini dahulu ditopang oleh tiga kerajaan yaitu Banam, Onam dan Oenam atau lebih dikenal dengan sebutan kerajaan Amanuban, Amanatun dan Mollo. Kini tiga kerajaan tersebut telah dibagi menjadi 32 kecamatan, 266 desa dan 12 kelurahan. Kabupaten TTS tepat berada di tengah pulau timor dengan letak geografis yaitu 124°3'13"-124°49'56" BT dan 9°26'00"-10°10'00" LS. Kota So'e merupakan ibukota dari kabupaten TTS. Berdasarkan posisi wilayah, maka batas kabupaten TTS sebagai berikut:

- a. Timur : Kabupaten Belu dan kabupaten Malaka
- b. Barat : Kabupaten Kupang
- c. Utara : Kabupaten TTU
- d. Selatan :Laut Timor

Pertumbuhan Penduduk

Penduduk adalah kumpulan individu yang mendiami suatu tempat. Menurut Setyowati (2005), penduduk adalah setiap warga negara yang tinggal di suatu daerah dalam waktu 6 bulan atau lebih, tetapi ada keinginan untuk menetap. Badan Pusat Statistik mendefinisikan penduduk sebagai semua orang yang berdomisili di wilayah geografis Republik Indonesia selama 6 bulan atau lebih dan atau mereka yang berdomisili kurang dari 6 bulan tetapi bertujuan menetap.

Menurut Respati (2012), pertumbuhan penduduk merupakan angka yang menunjukkan tingkat pertumbuhan penduduk per tahun. Pertumbuhan penduduk dipengaruhi oleh faktor kelahiran (natalitas) dan faktor kematian (mortalitas).

Konsep Dokter Umum

Dokter umum adalah dokter yang fokus dalam mengobati penyakit yang muncul tiba-tiba (akut) dan menahun (kronis). Perbedaan dokter umum dengan dokter spesialis adalah dokter umum menyediakan pelayanan yang bersifat menyeluruh terhadap pasien. Dokter umum juga memegang peranan penting pada area kedokteran karena seringkali menjadi orang pertama yang berhubungan dengan pasien. Dokter umum tidak terikat untuk mengobati bagian atau organ tubuh tertentu, sehingga memiliki keahlian yang luas untuk membantu pasien dengan segala usia, jenis kelamin dan berbagai masalah kesehatan.

Tanggung jawab dokter umum antara lain :

1. Dokter umum seringkali ada pada pusat gawat darurat utama untuk menyediakan layanan konsultasi terhadap pasien.
2. Karena pengetahuan yang luas dalam berbagai kondisi kesehatan, maka dokter umum terlatih dalam menilai masalah dan menentukan pengobatan yang tepat.
3. Dokter umum terlatih untuk memberikan pelayanan jangka panjang terhadap pasien.

Model Verhulst

Pada tahun 1838, model pertumbuhan logistik diperkenalkan pertama kali oleh matematikawan dan juga seorang ahli biologi berkebangsaan Belanda, yaitu Pierre Verhulst. Model ini jumlah populasi dipengaruhi oleh besar kecilnya daya dukung lingkungan. Laju pertumbuhan populasi terbatas karena ketersediaan makanan, tempat tinggal dan sumber hidup lainnya. Dengan asumsi tersebut, jumlah populasi dengan model ini akan selalu terbatas pada suatu nilai tertentu. Pada masa tertentu jumlah populasi akan mendekati titik kesetimbangan, yakni jumlah kelahiran dan kematian dianggap sama. Bentuk yang paling sederhana untuk laju pertumbuhan relatif yang menjelaskan asumsi ini adalah:

$$\frac{1}{P} \frac{dP}{dt} = r \left(1 - \frac{P}{K}\right)$$

Kalikan dengan P , maka diperoleh model untuk pertumbuhan populasi yang dikenal Persamaan Diferensial Logistik :

$$\frac{dP}{dt} = rP \left(1 - \frac{P}{K}\right)$$

Jika diperhatikan persamaan di atas tampak bahwa jika P dibandingkan dengan K , maka P/K mendekati 0 dan $dP/dt \approx rP$. Namun, jika $P \rightarrow K$ (populasi mendekati kapasitas tampungnya), maka $P/K \rightarrow 1$, sehingga $\frac{dP}{dt} \rightarrow 0$. Jika populasi P berada diantara 0 dan K , maka ruas kanan persamaan di atas bernilai positif, sehingga $\frac{dP}{dt} > 0$ dan populasi naik. Tetapi jika populasi melampaui kapasitas tampungnya ($P > K$), maka $1 - \frac{P}{K}$ negatif, sehingga $\frac{dP}{dt} < 0$, dan populasi turun. Solusi persamaan logistik dapat diperoleh melalui prosedur berikut ini:

$$\frac{dP}{P \left(1 - \frac{P}{K}\right)} = r dt \quad \text{sehingga diperoleh,}$$

$$P = \frac{K e^{rt+c}}{1 + e^{rt+c}} \quad \dots \dots, (*)$$

Hasil akhir terlihat bahwa untuk nilai awal $t = 0$ dan $P(0) = P_0$ kemudian disubstitusikan ke persamaan (*) maka diperoleh $c = \ln \left(\frac{P_0}{K - P_0}\right)$, dan selanjutnya nilai c tersebut disubstitusikan kembali ke dalam persamaan (*), maka diperoleh,

$$P_t = \frac{K}{1 + \left(\frac{K - P_0}{P_0}\right) e^{-rt}} \quad \dots \dots, (**)$$

Keterangan :

P_t adalah jumlah populasi pada saat t

P_0 merupakan jumlah populasi awal saat $t = 0$.

K adalah daya tampung (*carrying capacity*) dari suatu daerah untuk populasi.

r merupakan laju pertumbuhan per kapita populasi.

t menyatakan waktu.

Persamaan (**) merupakan bentuk sederhana dari solusi khusus model logistik. Penentuan nilai K dapat dilakukan dengan *cartrial error*, yaitu dengan cara mensubstitusikan perkiraan nilai K ke dalam model yang diperoleh hingga hasil yang diperoleh model mendekati jumlah populasi yang sebenarnya (Iswanto, 2012), atau dengan cara luas wilayah yang dapat dijadikan tempat tinggal (luas wilayah daratan) dikalikan dengan 1 jiwa/luas standar hidup minimum tiap orang (Iswandi, 2009).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

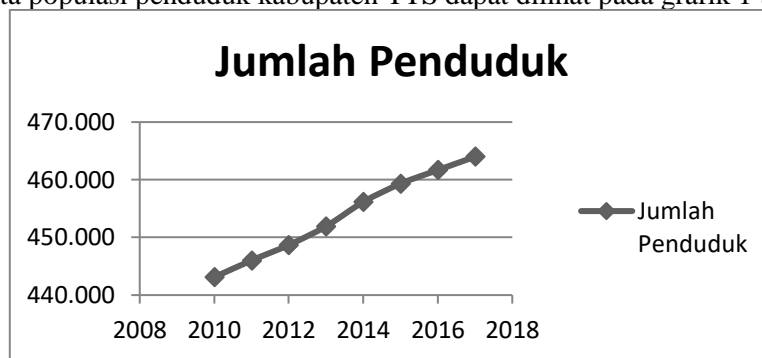
Besar jumlah penduduk kabupaten TTS sejak tahun 2010-2017 dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Jumlah Penduduk

Tahun	JumlahPenduduk
2010	443.111
2011	446.002
2012	448.693
2013	451.922
2014	456.152
2015	459.310
2016	461.681
2017	463.980

Sumber : Badan Pusat Statistik Kab.TTS

Sedangkan data populasi penduduk kabupaten TTS dapat dilihat pada grafik 1 berikut :



Grafik 1 Jumlah Penduduk TTS Tahun 2010 - 2017

Dari grafik1 terlihat bahwa populasi penduduk kabupaten TTS terus mengalami trend peningkatan.

Rasio Tenaga Dokter Umum di Kabupaten TTS

Rasio tenaga dokter umu di Kabupaten TTS disajikan tabel 2 berikut :

Tabel 2 Rasio Tenaga Dokter Umum

Tahun	Puskesmas	RSUD	Jumlah	TTS	Nasional
2015	19	5	24	5:100.000	40:100.000
2016	25	7	32	7:100.000	40:100.000
2017	19	5	52	5:100.000	40:100.000

Dari tabel 2 di atas terlihat ketersediaan tenaga dokter umum di kabupaten TTS sejak tahun 2015 hingga 2017 masih sangat kurang, dan jauh dari standar nasional. Oleh karena itu penambahan tenaga dokter umum merupakan program mendesak perlu dilakukan.

Model Pertumbuhan Populasi

Pada persamaan (**) di atas, bila disubstitusikan $t = 1$ dan $t = 2$ maka diperoleh,

$$r = -\ln\left(\frac{P_0P_1 - P_0P_2}{P_0P_2 - P_1P_2}\right)$$

dengan nilai r menunjukkan laju pertumbuhan populasi penduduk.Selanjutnya, nilai K

$$\text{diperoleh } K = \frac{P_1(P_0P_1 + P_1P_2 - 2P_0P_2)}{P_1^2 + P_0P_2}$$

Dari data pada Tabel 1 di atas akan dicari nilai K dan r sebagai berikut:

Jumlah populasi penduduk kabupaten TTS pada tahun 2010, 2011 dan 2012 dilambangkan oleh P_0, P_1 dan P_2 , dimana angkanya secara berturut-turut adalah 443111, 446002 dan 448693 maka perhitungannya sebagai berikut:

$$P_0 = 443111$$

$$P_1 = 446002$$

$P_2 = 448693$, sehingga nilai adalah,

$$K = \frac{P_1(P_0P_1 + P_1P_2 - 2P_0P_2)}{P_1^2 + P_0P_2}$$

$$K = \frac{446002\{(443111)(446002) - 2(443111)(448693) + (446002)(448693)\}}{(446002)^2 + (44311)(448693)}$$

$$K = \frac{73483183371524}{96980081}$$

$$K = 757714,18845818$$

Jadi, kapasitas daya tampung sebesar $K = 757.714,18845818$. Nilai K menunjukkan besarnya kapasitas daya tampung kabupaten TTS. Makna sederhananya adalah bahwa kabupaten TTS idealnya menampung jumlah penduduk yang tidak lebih dari 757.714 jiwa. Jika melebihi kapasitas ini maka akan menimbulkan banyak persoalan.

Selanjutnya, perhitungan nilai r sebagai berikut :

$$e^{-r} = \frac{P_0P_1 - P_0P_2}{P_0P_2 - P_1P_2}$$

$$e^{-r} = \frac{(443111)(446002) - (443111)(448693)}{(443111)(448693) - (446002)(448693)}$$

$$e^{-r} = \frac{-1192411701}{-1297171463}$$

$$e^{-r} = 0,9192398499$$

$$-r = \ln(0,9192398499)$$

$$r = 0,0842082006$$

$$r = 8,42082006\%$$

Jadi, diperoleh nilai laju pertumbuhan populasi $r = 0,0842082006$ atau jika dalam presentase sebesar $r = 8,42082006\%$. Hal ini berarti bahwa laju pertumbuhan penduduk kabupaten TTS sebesar 8,42082006% setiap tahunnya. Laju pertumbuhan ini terbilang cukup tinggi . Oleh karena itu perlu adanya pengontrolan dan pengendalian terhadap pertumbuhan penduduk.

Bila nilai $K = 757714,18845818$ dan $r = 0,0842082006$ di substitusi ke persamaan (**) maka diperoleh,

$$P_t = \frac{757714,18845818}{1 + (0,7099873135)(0,9192398499)^t} \dots \dots, (***)$$

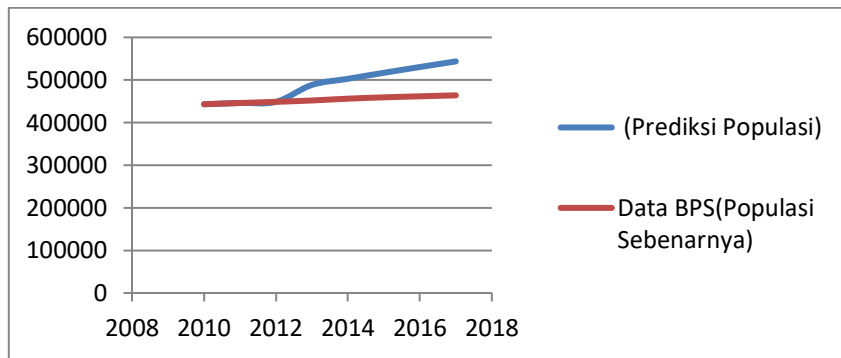
Persamaan (***) ini akan digunakan untuk memprediksi penduduk Kabupaten TTS.

Berkut ini disajikan nilai prediksi jumlah penduduk kabupaten TTS , dan sekaligus dibandingkan dengan jumlah penduduk sebenarnya menurut BPS. Disajikan dalam tabel 3 berikut :

Tabel 3 Jumlah Penduduk Prediksi dan jumlah Penduduk Data BPS

Tahun	P _t (Prediksi)	Data BPS(Sebenarnya)
2010	443.111	443.111
2011	457.422	446.002
2012	473.588	448.693
2013	488.378	451.922
2014	502.812	456.152
2015	516.873	459.310
2016	530.473	461.681
2017	543.640	463.980

Jika dibuat dalam bentuk grafik, maka hasil perbandingan jumlah penduduk di kabupaten TTS berdasarkan data perhitungan model dan data BPS seperti disajikan dalam grafik 2 berikut:



Grafik 2 Perbandingan Jumlah Penduduk Prediksi dan Data BPS

Berdasarkan grafik2 di atas terlihat bahwa populasi penduduk TTS cenderung mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hasil prediksi menggunakan model cenderung lebih besar dari data BPS. Hal ini menyebabkan adanya selisih antara prediksi menggunakan model dan data BPS.

Dari hasil jumlah penduduk yang diperoleh dari perhitungan menggunakan model dan data BPS, akan dihitung nilai galat relatifnya. Nilai galat relatif dihitung dengan rumus $\epsilon_R = \frac{\epsilon}{a}$ atau dalam persentase $\epsilon_R = \frac{\epsilon}{a} \times 100\%$.

Nilai galat relatif ditulis dalam tabel 4 berikut :

Tabel 4 Galat Relatif Jumlah Penduduk

Tahun	Populasi Sebenarnya	Populasi Prediksi	Galat	GalatRelatif (Dalam %)
2010	443.111	443.111	0	0
2011	446.002	457.422	11.420	2,5605266344
2012	448.693	473.588	24.895	5,5483370590
2013	451.922	488.378	36.456	8,0668787977
2014	456.152	502.812	46.660	10,2118084800
2015	459.310	516.873	57.563	12,5324943938
2016	461.681	530.473	68.792	14,9003316143
2017	463.980	543.640	79.660	17,1688434846

Berdasarkan tabel 4 di atas, maka diperoleh rata-rata persentase nilai galat untuk prediksi populasi dan populasi sebenarnya dari penduduk kabupaten TTS sebesar 5.95%.

Ketersediaan Dokter Umum di Kabupaten Timor Tengah Selatan

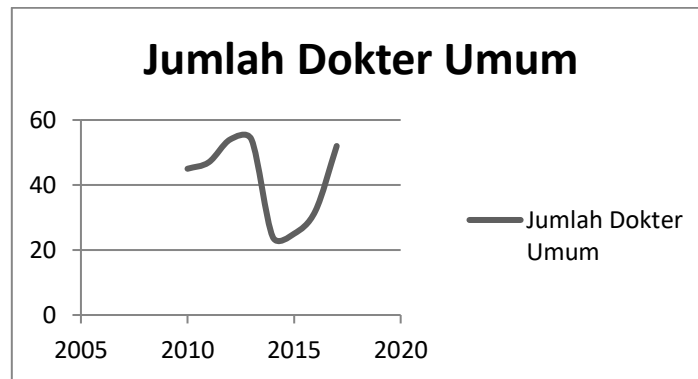
Data ketersediaan Dokter Umum di kabupaten TTS sejak tahun 2010-2017 dapat dilihat pada tabel 5 berikut:

Tabel 5. Jumlah Dokter Umum

Tahun	Jumlah Dokter Umum
2010	45
2011	47
2012	54
2013	54
2014	24
2015	25
2016	32
2017	52

Sumber : Sub Bidang Umum dan Kepegawaian Dinas Kesehatan Kab. TTS

Data ketersediaan Dokter Umum jika dibuat dalam bentuk grafik3 maka hasilnya adalah sebagai berikut:



Gambar 3 Jumlah Dokter Umum

Berdasarkan grafik 3, maka dapat disimpulkan bahwa ketersediaan tenaga kesehatan berupa Dokter Umum sangatlah tidak stabil. Hal ini terlihat dengan adanya tahun dimana jumlah dokternya sangat minim namun bisa meningkat di tahun berikutnya.

Untuk mengetahui berapa jumlah ideal dokter umum dalam memenuhi kebutuhan kesehatan masyarakat akan digunakan rumus berikut :

$$I_t = \frac{40N_t}{100.000}$$

dimana I_t : menyatakan jumlah ideal Dokter Umum untuk waktu t

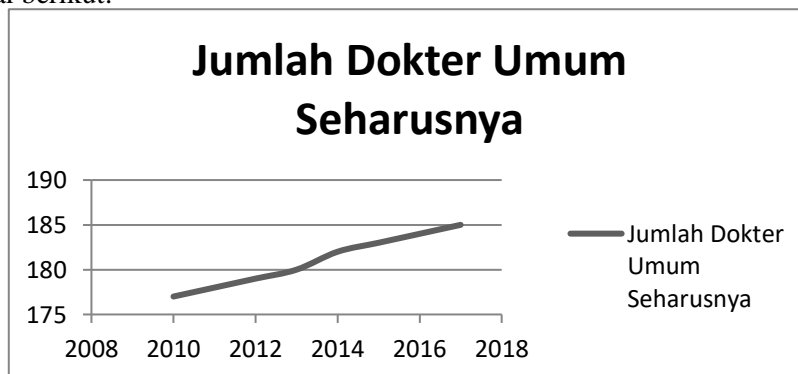
N_t : menyatakan jumlah Penduduk untuk waktu t

Hasilnya dapat dilihat dalam tabel 6 berikut:

Tabel 6 Jumlah Dokter Umum Seharusnya (Ideal)

Tahun	Jumlah Dokter Umum Seharusnya
2010	177
2011	178
2012	179
2013	180
2014	182
2015	183
2016	184
2017	185

Data jumlah dokter umum seharusnya, jika dibuat dalam bentuk grafik 4 maka hasilnya adalah sebagai berikut:



Grafik 4. Jumlah Dokter Umum Ideal

Berdasarkan grafik4 terlihat dengan jelas bahwa ketersediaan dokter umum sejak tahun 2010-2017 di kabupaten TTS masih sangat jauh dari standar seharusnya. Hal ini terlihat dengan jelas dimana tabel 6 menyatakan jumlah dokter umum yang seharusnya berjumlah ratusan orang, sedangkan pada tabel 5 menunjukkan fakta bahwa dokter umum di kabupaten TTS hanya berjumlah puluhan orang saja.

Jumlah Ideal Pelayanan Dokter Umum Terhadap Prediksi Penduduk TTS Tahun 2027

Berdasarkan persamaan (**), maka jumlah prediksi penduduk Kabupaten TTS pada tahun 2027 adalah sebesar 647.815 Jiwa, sehingga untuk mengetahui berapa jumlah ideal dokter umum dalam memenuhi kebutuhan kesehatan Masyarakat akan digunakan rumus berikut:

$$I_t = \frac{40N_t}{100.000}$$

Jika dihitung jumlah ideal dokter umum untuk Penduduk TTS tahun 2027 maka akan didapatkan hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned} N_{2027} &= 647.815 \\ I_{2027} &= \frac{40N_{2027}}{100.000} \\ I_{2027} &= \frac{40 \times 647.815}{100.000} \\ I_{2027} &= 259,126 \\ I_{2027} &= 259 \end{aligned}$$

Jadi, jumlah ideal dokter umum untuk prediksi populasi penduduk TTS tahun 2027 dengan jumlah populasi 647.815 Jiwa adalah sebanyak 259 dokter.

IV. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan uraian diatas maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil Prediksi jumlah Penduduk TTS pada tahun 2027 adalah sebanyak 647.815 jiwa.
2. Jumlah ideal dokter umum yang dibutuhkan pada tahun 2027 sebanyak 259 orang.

DAFTAR PUSTAKA

- <http://www.docdoc.com/id/info/specialty/dokter-umum-> , diakses tanggal 2 Januari 2019.
- <http://ssbelajar.blogspot.com/2012/04/pertumbuhan-penduduk.html>, diakses tanggal 2 Januari 2019.
- Iswandi, Rahmat. 2009. *Model Pertumbuhan Penduduk Kabupaten Manokwari dan Penerapannya dalam Pendugaan Jumlah Penduduk pada Beberapa Tahun Mendatang (Skripsi)*. Manokwari : Universitas Negeri Papua.
- Riduwan & Kuncoro, Ahmad. 2006. *Analisi Jalur*. Bandung : CV Alfabeta.
- Setyowati, Anik. 2005. *Peramalan Komposisi Penduduk Menurut Jenis Kelamin Tahun 1997 – 2003 di Kecamatan Kradenan Kabupaten Blora dengan Metode trend Non Linier (Skripsi)*. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Wea Kale, Stefani. 2013. *Pemodelan Matematika dalam Menghitung Pertumbuhan Penduduk di Kota Kupang Menggunakan Model Pertumbuhan Logistik dengan Migrasi (Skripsi)*. Kupang : Universitas Nusa Cendana.
- Wicaksono. 2012. *Konsep Dasar Standar Ruang Minimum*. Bandung : Universitas Pendidikan Indonesia