

Original Article

e-ISSN: 2274-2067 - <https://journal.itera.ac.id/index.php/indojam/>

p-ISSN: 2274-2016

Received 23th November 2020

Accepted 30th November 2020

Published 10th May 2021

Open Access

Analisis Rantai Markov dalam Memprediksi Status Pasien COVID-19 di Indonesia

Nabila Nurita Putri^a, Triyana Muliawati^{a*}

^a Program Studi Matematika Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, 35365, Indonesia

* Koresponden E-mail: triyana.muliawati@ma.itera.ac.id

Abstract: COVID-19 is an infectious disease caused by a new type of corona virus, beta coronavirus. The spread of COVID-19 can occur through human interactions. On March 9, 2020 the WHO (World Health Organization) officially declared COVID-19 a pandemic. This means that COVID-19 has spread widely in the world. Until now, there has not been found a drug to treat COVID-19. So, it is necessary to predict when the COVID-19 pandemic will end. This study discusses the Markov chain method in predicting the status of COVID-19 patients in Indonesia. The prediction of the number of people who are positive for COVID-19, recovered, and die can be one of the government's bases for determining when the large-scale social restrictions (PSBB) will end. The results of the study stated that the COVID-19 pandemic in Indonesia would end at the end of 2020. On December 5, 2020 there were no more people infected with COVID-19 with a cure rate of 29.815% of patients with COVID-19 and a death rate of 3,5933%.

Keywords: *Markov chain, COVID-19, PSBB*

Abstrak: COVID-19 adalah penyakit menular yang disebabkan virus *corona* jenis *betacoronavirus* tipe baru. Penyebaran COVID-19 dapat terjadi melalui interaksi antar manusia. Pada tanggal 9 Maret 2020 WHO (*World Health Organization* atau Badan Kesehatan Dunia) secara resmi menetapkan COVID-19 sebagai pandemi. Artinya COVID-19 telah menyebar secara luas di dunia. Sampai saat ini belum ditemukannya obat untuk mengobati COVID-19. Sehingga diperlukan prediksi kapan berakhirnya pandemi COVID-19. Penelitian ini membahas tentang metode rantai *Markov* dalam memprediksi status pasien COVID-19 di Indonesia. Prediksi banyaknya masyarakat yang positif COVID-19, sembuh, dan meninggal dapat menjadi salah satu landasan pemerintah untuk menetapkan kapan berakhirnya Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB). Hasil penelitian menyatakan bahwa pandemi COVID-19 di Indonesia akan berakhir pada akhir tahun 2020. Pada tanggal 5 Desember 2020 tidak ada lagi penambahan masyarakat yang terjangkit COVID-19 dengan persentase kesembuhan pasien yang terjangkit COVID-19 sebesar 29,815% dan angka kematian sebesar 3,5933%.

Kata Kunci: *rantai Markov, COVID-19, PSBB*

Pendahuluan

Coronavirus Disease-19 (COVID-19) adalah virus yang sangat menggemparkan pada awal tahun 2020 karena belum ditemukannya vaksin untuk mengatasi

virus ini. Selain itu penyebaran yang dapat terjadi melalui interaksi antar manusia menyebabkan virus ini berkembang dengan cepat. Sehingga banyak negara yang menerapkan sistem *lockdown* untuk menekan angka penyebaran COVID-19. *Lockdown* adalah karantina terhadap suatu daerah atau negara berupa

penutupan akses jalan dalam waktu tertentu, pembatasan jumlah transportasi, dan pembatasan jam operasional transportasi, dalam rangka mencegah perpindahan orang, baik masuk maupun keluar wilayah tersebut. Di Indonesia sendiri diberlakukan penerapan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB). PSBB merupakan pembatasan yang meliputi peliburan sekolah dan tempat kerja, kegiatan keagamaan, kegiatan di tempat atau fasilitas umum, pembatasan kegiatan sosial budaya, pembatasan moda transportasi, dan pembatasan kegiatan lainnya terkait aspek pertahanan dan keamanan. Selain itu masyarakat diwajibkan menggunakan masker dan *hand sanitizer* jika ingin keluar rumah atau mengunjungi tempat-tempat umum untuk mencegah penyebaran COVID-19. Hal ini menyebabkan banyak terjadi krisis masker dan *hand sanitizer* di Indonesia.

Namun kurangnya kesadaran masyarakat Indonesia dalam mengikuti anjuran pemerintah untuk melakukan PSBB berdampak pada penyebaran COVID-19 yang tetap menyebar secara pesat setiap harinya. Sehingga banyak pihak yang berlomba-lomba untuk memprediksikan kapan COVID-19 ini berakhir agar penerapan PSBB yang diberlakukan oleh pemerintah cepat berakhir. Prediksi banyaknya masyarakat yang positif COVID-19, sembuh, dan meninggal dapat menjadi salah satu landasan pemerintah untuk menetapkan kapan berakhirnya PSBB.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memprediksi status pasien COVID-19 adalah metode Rantai *Markov*. Metode ini mempelajari sifat-sifat suatu variabel dari masa sekarang yang didasarkan pada sifat-sifat dari masa lalu untuk memprediksi sifat-sifat di masa yang akan datang.

Metode

1. Teknik Penelitian

Teknik penelitian dalam penulisan laporan ini adalah studi literatur berupa Tugas Akhir yang berkaitan dengan penerapan Rantai Markov.

2. Jenis Penelitian

Adapun jenis penelitian ini adalah kuantitatif.

3. Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan adalah data sekunder dengan sumber data dari gugus tugas percepatan penanganan COVID-19 (<https://covid19.go.id/>). Data tersebut meliputi data pasien positif, sembuh, dan meninggal, yang diambil setiap hari dan diakumulasikan setiap minggunya selama bulan Mei 2020.

4. Analisis Data

- a. Pengambilan data pasien COVID-19.
- b. Membagi data menjadi 3 periode.
- c. Menentukan matriks awal kejadian.
- d. Menjumlahkan tiap matriks kejadian.
- e. Membandingkan jumlah matriks dengan total kejadian
- f. Mendapatkan matriks hasil kejadian.
- g. Menghitung prediksi pasien COVID-19 pada periode berikutnya.
- h. Mengubah ke dalam bentuk persentase.
- i. Melakukan iterasi untuk mencapai keadaan *steady state*.
- j. Menghitung galat.

Hasil dan Diskusi

Data awal yang diperoleh untuk memprediksi status pasien COVID-19 di Indonesia yaitu data pasien positif, sembuh, dan meninggal yang diamati selama bulan Mei 2020. Data tersebut dikelompokkan menjadi tiga periode, dengan satu periode terdiri dari tujuh hari. Data tersebut merupakan data yang sudah diakumulasi setiap harinya dan dikelompokkan setiap periode. Periode 1 dimulai dari tanggal 2 Mei – 9 Mei 2020. Periode 2 dimulai dari tanggal 2 Mei – 16 Mei 2020.

Original Article

Periode 3 dimulai dari tanggal 2 Mei – 23 Mei 2020. Data-data yang sudah dikelompokkan dalam tiap periode merupakan matriks awal kejadian yang dapat ditulis sebagai berikut:

Tabel 1. Data pasien COVID-19 di Indonesia selama tiga periode

Periode \ Data Pasien COVID-19	Positif	Sembuh	Meninggal
1	13645	2607	959
2	17025	3811	1089
3	21745	5249	1351

Setelah membuat matriks awal kejadian, langkah selanjutnya adalah menjumlahkan tiap baris dari matriks awal kejadian seperti matriks berikut:

Tabel 1. Jumlah tiap baris dari matriks awal kejadian

Data Pasien COVID-19			
Positif	Sembuh	Meninggal	Total
13645	2607	959	17211
17025	3811	1089	21925
21745	5249	1351	28345

Langkah selanjutnya adalah membandingkan setiap entri pada baris matriks awal kejadian dengan total jumlah baris dari kejadian, seperti pada Tabel 3:

Tabel 2. Perbandingan setiap entri pada baris matriks awal kejadian dengan total jumlah baris dari kejadian

Positif	Sembuh	Meninggal
13645/17211 = 0,792807	2607/17211 = 0,151473	959/17211 = 0,0572
17025/21925 = 0,776511	3811/21925 = 0,17382	1089/21925 = 0,049669
21745/28345 = 0,767155	5249/28345 = 0,185183	1351/28345 = 0,047663

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh matriks hasil kejadian yang merupakan matriks probabilitas sebagai berikut:

Tabel 3. Matriks hasil kejadian matriks probabilitas

0,792807	0,151473	0,05572
0,776511	0,17382	0,049669
0,767155	0,185183	0,047663

Setelah diperoleh matriks hasil kejadian, langkah selanjutnya adalah mengalikan *state* kejadian dengan matriks kejadian. *State* kejadian $\pi(0)$ adalah jenis kejadian yang dilambangkan dengan bilangan biner 0 dan 1. Pada kondisi ini, *state* kejadian untuk prediksi status pasien COVID-19 ada tiga kategori, yaitu:

1. Masyarakat yang positif COVID-19
2. Pasien COVID-19 yang sembuh
3. Pasien COVID-19 yang meninggal

Prediksi pasien COVID-19 di Indonesia pada periode 4 (2 Mei - 30 Mei) dihitung dengan cara $\pi(1) = \pi(0)$, yang dapat dituliskan sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil perhitungan prediksi status pasien COVID-19

1	0	0	=	0,79281	0,15147	0,05572
0	1	0	=	0,77651	0,17382	0,04967
0	0	1	=	0,76716	0,18518	0,04766
Bobot Terbesar				0,79281	0,18518	0,05572

Pada tabel di atas, data yang diambil adalah bobot terbesar dari tiap-tiap *state* kejadian $\pi(0)$, karena jika nilai probabilitas kejadian mendekati 1, maka kemungkinan terjadinya kejadian tersebut di masa depan akan semakin besar. Hasil akhir dari perhitungan prediksi status pasien COVID-19 di Indonesia pada periode ke-4 adalah: $[0,79281 \quad 0,18518 \quad 0,05572] = [1,03371]$ yang dapat dibentuk persentase sebagai berikut: $[79,281\% \quad 18,518\% \quad 5,572\%] = [103,371\%]$

Selanjutnya adalah membuat prediksi diatas kedalam persentase dengan membagi setiap kemungkinan yang ada dengan total semua kemungkinan, seperti Tabel 6:

Tabel 5. Persentase prediksi status pasien COVID-19 pada periode 4 (2 Mei 2020 - 30 Mei 2020)

Positif	Sembuh	Meninggal
79,281%/103,371% = 76,6953 %	18,518%/103,371% = 17,9144 %	5,572%/103,371% = 5,3903 %

Persentase prediksi status pasien COVID-19 di Indonesia pada periode 4 (2 Mei 2020 - 30 Mei 2020) adalah

1. 76,6953 %positif terjangkit COVID-19
2. 17,9144 %sembuh dari COVID-19
3. 5,3903 %meninggal akibat COVID-19

Setelah didapatkan prediksi persentase pasien COVID-19 di Indonesia, dihitung galat dengan membandingkan persentase prediksi dengan data sebenarnya dari Gugus Tugas Percepatan Penanganan COVID-19. Berikut merupakan data pasien COVID-19 di Indonesia pada periode 4:

Tabel 6. Data pasien COVID-19 periode 4 (2 Mei 2020 - 30 Mei 2020) di Indonesia

Positif	Sembuh	Meninggal
25773	7015	1573

Selanjutnya adalah mengubah data pasien COVID-19 periode 4 kedalam bentuk persentase, dengan membandingkan setiap data dengan total jumlah data.

Tabel 7. Persentase data pasien COVID-19 periode 4 di Indonesia

Positif	Sembuh	Meninggal	Total
25773	7015	1573	34361
25773/34361 = 0,750065	7015/34361 = 0,204156	1573/4361 = 0,045779	
75,0065%	20,4156%	4,5779%	

Persentase data pasien COVID-19 hasil prediksi dan sebenarnya tidak memiliki galat terlalu besar yaitu kurang dari 3%. Sehingga data hasil prediksi dapat

digunakan untuk mencari persentase pada periode selanjutnya.

Tabel 8. Iterasi ke-1

Data Pasien COVID-19 / Periode	Positif	Sembuh	Meninggal
2	0,77651	0,17382	0,04967
3	0,76716	0,18518	0,04766
4	0,76695	0,17914	0,0539
Bobot Terbesar	0,77651	0,18518	0,0539

Hasil akhir dari perhitungan prediksi status pasien COVID-19 di Indonesia pada periode ke-5 adalah: $[0,77651 \ 0,18518 \ 0,0539] = [1,015597]$ Dengan persentase sebesar: $[77,6511\% \ 18,5183\% \ 5,3903\%] = [101,5597\%]$

Selanjutnya adalah membuat prediksi diatas kedalam persentase dengan membagi setiap kemungkinan yang ada dengan total semua kemungkinan, seperti **Tabel 10**:

Tabel 9. Persentase prediksi status pasien COVID-19 periode 5 (2 Mei 2020 - 6 Juni 2020)

Positif	Sembuh	Meninggal
77,6511%/101,5597% = 76,4586 %	18,5183%/101,5597% = 18,2339 %	5,3903%/101,5597% = 5,3075 %

Selanjutnya adalah melakukan iterasi seperti langkah diatas hingga tercapai keadaan probabilitas *Steady State*. Setelah dilakukan 27 iterasi, didapatkan matriks probabilitas *Steady State* pada periode 31 (2 Mei 2020 – 5 Desember 2020) dengan persentase sebagai berikut:

Tabel 10. Probabilitas *Steady State*

Original Article

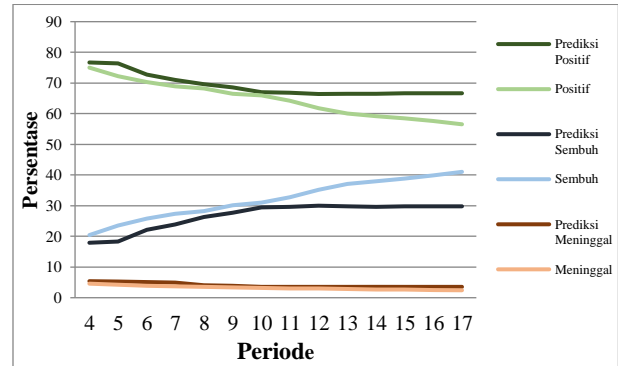
Data Pasien COVID-19 Iterasi	Positif (%)	Sembuh (%)	Meninggal (%)
1 (Periode 5)	76,6953	17,9144	5,3903
2 (Periode 6)	72,2704	23,4641	4,2655
3 (Periode 7)	70,2235	25,8525	3,924
4 (Periode 8)	68,9139	27,3687	3,7174
5 (Periode 9)	68,1964	28,2912	3,5124
6 (Periode 10)	66,4976	30,1969	3,3055
7 (Periode 11)	67,0185	29,3664	3,6152
8 (Periode 12)	66,8536	29,6023	3,544
9 (Periode 13)	66,4115	29,9972	3,5913
10 (Periode 14)	66,5435	29,8581	3,5984
11 (Periode 15)	66,5546	29,6031	3,5416
12 (Periode 16)	66,6549	29,7736	3,5716
13 (Periode 17)	66,5807	29,8249	3,5944
14 (Periode 18)	66,6055	29,8028	3,5917
15 (Periode 19)	66,6055	29,8028	3,5917
16 (Periode 20)	66,589	29,8175	3,5935
17 (Periode 21)	66,5945	29,8126	3,5929
18 (Periode 22)	66,5945	29,8126	3,5929
19 (Periode 23)	66,5908	29,8159	3,5933
20 (Periode 24)	66,592	29,8148	3,5932
21 (Periode 25)	66,592	29,8148	3,5932
22 (Periode 26)	66,5912	29,8155	3,5933
23 (Periode 27)	66,5915	29,8153	3,5933
24 (Periode 28)	66,5915	29,8153	3,5933
25 (Periode 29)	66,5913	29,8154	3,5933
26 (Periode 30)	66,5914	29,8153	3,5933
27 (Periode 31)	66,5914	29,8153	3,5933

Setelah didapatkan hasil prediksi pasien COVID-19 di Indonesia, langkah selanjutnya adalah menghitung galat. Galat dihitung dengan membandingkan persentase data sebenarnya dengan persentase data hasil prediksi. Galat yang dihitung

dimulai dari periode 4 (2 Mei 2020 – 30 Mei 2020) sampai saat sekarang yaitu periode 17 (2 Mei 2020 – 29 Agustus 2020). Nilai galat dari periode 4 sampai periode 17 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 11. Galat

Periode	Persentase Data Pasien COVID-19								
	Positif (%)			Sembuh (%)			Meninggal (%)		
	Prediksi	Sebenarnya	Galat	Prediksi	Sebenarnya	Galat	Prediksi	Sebenarnya	Galat
4	76,6953	75,0065	1,6888	17,9144	20,4156	2,5012	5,3903	4,5779	0,8124
5	76,4586	72,2704	4,1882	18,2339	23,4641	5,2302	5,3075	4,2655	1,042
6	72,668	70,2235	2,4445	22,2261	25,8525	3,6263	5,1059	3,924	1,1819
7	71,0549	68,9139	2,141	23,9512	27,3687	3,4175	4,9939	3,7174	1,2765
8	69,5546	68,1964	1,3581	26,3402	28,2912	1,951	4,1052	3,5124	0,5929
9	68,5517	66,4976	2,0541	27,6177	30,1969	2,5792	3,8306	3,3055	0,5251
10	67,0185	65,9274	1,0911	29,3664	30,924	1,5576	3,6152	3,1486	0,4666
11	66,8536	64,2238	2,6299	29,6023	32,7376	3,1353	3,544	3,0386	0,5054
12	66,4115	61,8262	4,5853	29,9972	35,178	5,1808	3,5913	2,9958	0,5955
13	66,5435	60,0586	6,4849	29,8581	37,1045	7,2464	3,5984	2,837	0,7615
14	66,5546	59,2434	7,3112	29,6031	38,0425	8,1794	3,5416	2,7141	0,8682
15	66,6549	58,5319	8,123	29,7736	38,8832	9,1096	3,5716	2,5849	0,9866
16	66,5807	57,5404	9,0403	29,8249	39,9552	10,13	3,5944	2,5045	1,0899
17	66,6055	56,5382	10,067	29,8028	41,0355	11,233	3,5917	2,4263	1,1654



Gambar 1. Persentase data pasien COVID-19 periode 4 – 17

Pada Tabel 12 dan Gambar 1 terlihat bahwa data hasil prediksi dan data sebenarnya mempunyai galat semakin besar dimulai dari periode 11 (2 Mei 2020 – 18 Juli 2020). Hal ini dikarenakan penanganan COVID-19 di Indonesia sudah semakin baik. Banyaknya penelitian yang dilakukan untuk menemukan vaksin COVID-19 menyebabkan semakin tinggi tingkat kesembuhan pasien yang terjangkit COVID-19. Sehingga walaupun jumlah kasus positif di Indonesia semakin meningkat, namun karena tingkat kesembuhan pasien yang semakin baik maka grafik pasien positif akan semakin menurun. Sedangkan pada data prediksi, hanya dilihat keadaan awal yaitu saat bulan Mei. Pada saat itu, tingkat penanganan COVID-19 di Indonesia belum

terlalu baik. Sehingga tingkat kesembuhan pasien COVID masih rendah yang menyebabkan prediksi dan grafik cenderung stabil hingga mencapai keadaan *steady state*. Berikut merupakan tabel penambahan jumlah pasien positif, sembuh, dan meninggal akibat COVID-19 di Indonesia selama 17 periode.

Tabel 12. Penambahan jumlah pasien COVID-19 di Indonesia 17 periode

Periode	Positif	Sembuh	Meninggal
1	891	324	30
2	916	99	27
3	1438	510	84
4	1533	676	74
5	1693	757	72
6	1529	1346	93
7	1879	1113	100
8	2152	1358	69
9	2689	1750	133
10	2890	1733	141
11	2921	3184	177
12	3185	2877	163
13	3044	2574	100
14	3572	2908	131
15	3768	3066	121
16	3858	3657	143
17	4735	4943	161

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa penambahan jumlah pasien yang sembuh dari COVID-19 mendekati jumlah pasien yang terjangkit COVID-19 dimulai dari periode 11, dan terus mengalami peningkatan dikarenakan tingkat penanganan yang semakin baik. Pada kondisi saat jumlah pasien yang sembuh lebih banyak dari jumlah pasien yang positif karena diasumsikan bahwa pasien yang positif pada periode sekarang sembuh pada periode berikutnya. Sehingga menyebabkan jumlah pasien yang sembuh

pada periode berikutnya lebih banyak dibanding jumlah pasien yang positif.

Kesimpulan

Dari penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa pandemi COVID-19 di Indonesia diprediksi akan berakhir pada akhir tahun 2020. Setelah dilakukan 27 iterasi hingga dicapai probabilitas yang *steady state* pada periode 31 (2 Mei 2020 - 5 Desember 2020). Probabilitas *steady state* ini menunjukkan tidak adanya penambahan pasien COVID-19 setelah tanggal 5 Desember 2020, yaitu dengan persentase masyarakat yang positif COVID-19 sebesar 66,5914%, persentase kesembuhan sebesar 29,8153% dan persentase kematian akibat COVID-19 sebesar 3,5933%.

Maksud dari keadaan *steady state* disini adalah, kondisi suatu sistem tidak berubah menurut jalannya waktu. Dengan kata lain jumlah pasien yang positif, sembuh, dan meninggal akan memiliki presentase yang konstan. Pada tanggal 5 Desember 2020 tidak ada lagi penambahan masyarakat yang terjangkit COVID-19 dengan persentase kesembuhan pasien yang terjangkit COVID-19 sebesar 29,815% dan angka kematian sebesar 3,5933%.

Metode rantai *Markov* dinilai kurang cocok jika digunakan untuk memprediksi status pasien COVID-19 karena dalam metode ini tidak memperhitungkan adanya penambahan faktor seperti adanya penerapan *new normal* di Indonesia dan tingkat penanganan yang semakin baik.

Referensi

- [1] J. Bird, Matematika Dasar: Teori dan Aplikasi Praktis Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga, 2004.
- [2] Darmawan Giri, dkk., "Kajian Persaingan di Dalam Pasar Industrial Menggunakan Rantai Markov," TMI, vol. 2, pp. 89 – 102, April 2002.

Original Article

- [3] F. S. Hiller dan G.J. Lieberman, *Introduction to Operations Research*. McGraw Hill, 2001.
- [4] H. M. Taylor dan S. Karlin, *An Introduction to Stochastic Modeling Third Edition*. Oxford: Academic Press, 1998.
- [5] Muhammad Arif Tiro, dkk., *Dasar-Dasar Statistika: Edisi Ketiga*. Makassar: Universitas Negeri Makasar Press, 2008.
- [6] Muhammad Arif Tiro. *Pengantar Teori Peluang*. Makassar: Universitas Makassar Press, 2008.
- [7] S. A. Pramuditya, R. Marwati dan E. Puspita, "Peramalan Pangsa Pasar Kartu GSM dengan Pendekatan Rantai Markov," *Euclid*, vol. 1, pp. 116 – 124, 2014.
- [8] Purwanto, "Virus Corona (2019-nCoV) Penyebab COVID-19," *Jurnal Biomedika dan Kesehatan*, vol. 3, pp. 1-2, 2020.
- [9] A. Susilo, *Coronavirus Disease 2019: Tinjauan Literatur Terkini*. Jakarta: RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo, 2020.
- [10] Djini Tamudia, dkk., "Analisis Rantai Markov untuk Memprediksi Perpindahan Merek Shampoo di Hypermart Swalayan Manado Town Square". *Jurnal Matematika dan Aplikasi*, vol. 3, no. 1., pp. 58 – 65, 2014.
- [11] Yuliana, "Corona Virus Disease (Covid-19)," *Wellness and Healthy Magazine*, vol. 2, pp. 187-192, 2020.
- [12] Nurfitrianti, "Penerapan Data Mining untuk Memprediksi Harga Beras di Indonesia Menggunakan Model Markov," *Skripsi thesis Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim, Pekanbaru Riau*, 2019.
- [13] D. Saputra, "Penggunaan Rantai Markov pada Perhitungan Persediaan Barang Menggunakan Peluang Steady State," *Universitas Negeri Lampung, Bandar Lampung*, 2018