



PEMODELAN KURS MATA UANG RUPIAH ATAS YEN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *MARKOV SWITCHING* *AUTOREGRESSIVE*

Adeline Vinda Septiani¹, Achmad Bachrudin²

Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran¹²
Adeline18001@mail.unpad.ac.id¹, achmad.bachrudin@unpad.ac.id²

Abstract

Munculnya pandemi Covid-19 di Indonesia membuat roda perekonomian melambat dan berpengaruh terhadap factor fundamental perekonomian. Perubahan ekonomi dengan adanya pandemic covid-19 menyebabkan kurs Rupiah Indonesia mengalami peningkatan dan pelemahan. Nilai tukar mata uang atau kurs adalah harga satu unit mata uang asing dalam mata uang domestic atau harga mata uang domestic terhadap mata uang asing dan bersifat fluktuatif. Peranan kurs sangat penting bagi negara berkembang seperti Indonesia, terutama terhadap mata uang yang termasuk dalam *Special Drawing Rights* (SDR) IMF dan sering dipergunakan dalam perdagangan bidang industri yaitu Yen Jepang. Pada kurs ini ditemui adanya perubahan struktur. *Markov Switching Autoregressive* adalah model *time series* nonlinier yang didalamnya terdapat perubahan struktur pada data. Penelitian ini diawali dengan pemeriksaan stasioner baik stasioner dalam varians ataupun stasioner dalam rata-rata, kemudian melakukan identifikasi perubahan struktur dan jumlah break. Hasil menunjukkan terjadi perubahan struktur dengan satu *break* yaitu pada periode waktu 28 Maret-3 April 2020. Pemodelan MSAR MS(2)-AR(1) yang merupakan terbaik dengan pemenuhan *diagnostic checking*.

Kata kunci: pandemi, kurs, Markov Switching Autoregressive

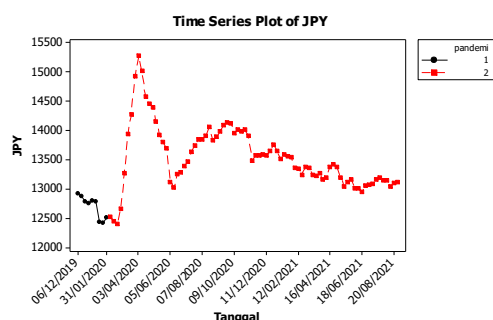
I. PENDAHULUAN

Coronavirus disease 2019 atau biasa dikenal dengan Covid-19 ditemukan pada akhir tahun 2019 di Wuhan China. Virus ini menyebar dengan sangat cepat di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Pada tanggal 2 Maret 2020, pemerintah mengkonfirmasi untuk pertama kalinya bahwa virus dengan sebutan corona ini sudah mulai masuk ke Indonesia. Hal ini menimbulkan kepanikan masyarakat dan mulai memunculkan berbagai kebijakan dari pemerintah, seperti penutupan sekolah, diberlakukan *Work From Home* (WFH) untuk pekerja sektor formal, dan pemberlakuan PSBB. Kebijakan ini tentu saja sangat baik untuk mencegah penyebaran virus Covid-19 ini, akan tetapi juga menimbulkan permasalahan baru, khususnya pada perekonomian. Menurut Badan Pusat Statistik, ekonomi Indonesia pada tahun 2020 mengalami penurunan yang mana pertumbuhan ekonomi secara kumulatif atau sepanjang tahun 2020 adalah minus 2,07% sehingga membuat roda perekonomian menjadi lambat dan mempengaruhi faktor fundamental perekonomian yang sekaligus berpengaruh terhadap perubahan dan pelemahan nilai mata uang Rupiah Indonesia.

Nilai tukar mata uang atau kurs adalah harga mata uang dari suatu negara yang dinyatakan ke dalam mata uang negara lain, sehingga akan terdapat perbandingan nilai atau harga antara kedua mata uang tersebut. Kurs ini digunakan sebagai alat untuk melakukan transaksi antar negara, sehingga merupakan salah satu indikator dalam kestabilan ekonomi dari suatu negara. Pertumbuhan nilai mata uang yang stabil menunjukkan bahwa negara tersebut memiliki kondisi ekonomi yang relatif baik atau stabil. Peranan nilai tukar mata uang ini sangat penting bagi



Indonesia sebagai negara berkembang, terutama terhadap mata uang yang termasuk dalam *Special Drawing Rights* (SDR) IMF dan sering dipergunakan dalam perdagangan bidang industri yaitu Yen Jepang. Berikut adalah *Time series plot* dari rata-rata kurs mata uang per minggu yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 1 Plot time series Kurs Rupiah atas Yen Jepang

Dari plot diatas dapat dilihat bahwa plot dibedakan antara sebelum pandemic dengan kategori 1 dan setelah pandemic dengan kategori 2. Pada data kurs ini menunjukkan adanya lonjakan yang tinggi pada data kurs Yen ini. Puncaknya yaitu pada periode waktu 28 Maret-3 April 2020 dengan rata-rata kurs tengah Rupiah atas Yen yaitu Rp15.276,76. Perbedaan struktur juga dapat dilihat dari plot sebelum dan setelah terjadinya pandemic ini.

Dalam bidang statistika, tidak bisa dilakukan analisis dengan menggunakan metode yang umum. Hal ini dikarenakan data kurs mata uang yang ditunjukkan pada plot mempunyai perubahan pola, sehingga akan digunakan *Markov Switching Model*. *Markov Switching Model* atau dikenal dengan model *Regime Switching* adalah suatu alternative yang dapat digunakan untuk memodelkan data runtun waktu nonlinier yang didalamnya terdapat perubahan kondisi atau *regime*. Pada model ini, perubahan struktur dianggap sebagai suatu variabel tak teramati atau sering disebut dengan *state* atau *regime*, sehingga model ini dapat menangkap dinamika yang lebih kompleks dari pergerakan data. *Markov Switching Model* kemudian akan dikombinasikan dengan model deret waktu konvensional yaitu *autoregressive* yang kemudian dikenal sebagai *Markov Switching Autoregressive* (MSAR). Sehingga pada penelitian kali ini akan digunakan model MSAR yaitu suatu model yang memungkinkan adanya pergeseran model seiring dengan perubahan struktur data dengan mempertimbangkan peluang untuk bertahan dalam satu model dan berpindah ke model lainnya

II. METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yaitu penafsiran terhadap data dan pembahasan mengenai hasil analisis. Penelitian ini juga merupakan penelitian deskriptif karena digunakan untuk menggambarkan suatu keadaan yang dapat dijelaskan dengan angka dan kata-kata menggunakan suatu metode tertentu. Serta dilakukan pengelompokkan untuk dapat membedakan berbagai kondisi pada objek yang diteliti.

Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian merupakan data sekunder. Data diperoleh dari Data yang digunakan adalah data sekunder yang didapatkan dari *website* Bank Indonesia. Adapun datanya berupa kurs tengah mata uang Rupiah Yen Jepang dari Desember 2019 sampai dengan Agustus 2021

Prosedur Penelitian

1. Menentukan rata-rata nilai mingguan kurs tengah rupiah atas Yen Jepang



2. Menghitung statistic deskriptif terhadap data mingguan kurs
3. Melakukan identifikasi data
 - a. Membuat plot *time series*
 - b. Mengidentifikasi stasioner data *time series*
4. Memeriksa plot ACF data mingguan kurs
5. Jika data tidak stasioner, maka data akan ditransformasi menggunakan log return dan membuat plot setelah ditransformasi

$$R_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}}$$

6. Menggunakan metode *Markov Switching Autoregressive*
 - a. Pengujian perubahan struktur

$$F = \frac{(RSS_C - (RSS_1 + RSS_2))/s}{(RSS_1 + RSS_2)/(T - 2s)}$$

- b. Pengestimasian jumlah *break*

$$BIC^b = -2 \log(\hat{\sigma}_b^2) + [s + b(s + 1)] \frac{\log(T)}{T}$$

- c. Pengestimasian waktu *break*

$$\hat{T}_1, \dots, \hat{T}_b = \operatorname{argmin}_{(T_1, \dots, T_b)} RSS(T_1, \dots, T_b)$$

- d. Pengestimasian parameter Markov Switching Autoregressive

$$\hat{\mu}_j = \frac{\sum_{t=1}^T y_t \times P[s_t = j | y_t; \theta]}{\sum_{t=1}^T P[s_t = j | y_t; \theta]}$$

$$\hat{\sigma}_j^2 = \frac{\sum_{t=1}^T (y_t - \hat{\mu}_j)^2 P[s_t = j | y_t; \theta]}{\sum_{t=1}^T P[s_t = j | y_t; \theta]}$$

$$\hat{\phi}_j^2 = \frac{\sum_{t=1}^T \{(y_t - \hat{\mu}_{st}) P[s_t = j | y_t; \theta]\}}{\sum_{t=1}^T \{\sum_{j=1}^m P[s_t = j | y_t; \theta]\}}$$

$$\hat{p}_j^2 = \frac{\sum_{t=2}^T P[s_t = j, s_{t-1} = i | y_t; \theta]}{\sum_{t=2}^T P[s_{t-1} = i | y_t; \theta]}$$

- e. *Diagnostic Checking*
 - f. Pemodelan

$$Y_t - \mu_{st} = \sum_{i=1}^p \phi_i (Y_{t-i} - \mu_{st-i}) + \varepsilon_t$$

- g. Ukuran Ketepatan Model

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{T}}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

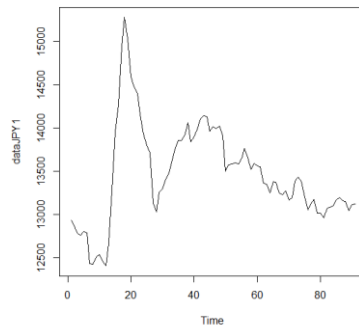
1. Menghitung statistic deskriptif terhadap data mingguan kurs

Tabel 1 Statistik Deskriptif Rata-rata Kurs Rupiah atas Yen

	Yen
Mean	Rp13472
Varians	328101.5
Standar deviasi	572.8014



2. Melakukan identifikasi data
 - a. Membuat plot *time series*



Gambar 2 Plot *Time Series* Rata-rata Kurs Rupiah atas Yen Jepang

- b. Mengidentifikasi stasioner data *time series*

- Stasioner varians

Pengujian stasioner varians ini menggunakan Box Cox. Adapun hasilnya dengan menggunakan *software* R adalah sebagai berikut:

Tabel 2 Stasioner Varians

Kurs	Lambda
Yen	-0.9999242

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai lambda tidak mendekati 1, maka perlu dilakukan penanganan.

- Stasioner rata-rata

- Hipotesis

$H_0: \beta = 1$ (Terdapat *unit root*, maka data tidak stasioner)

$H_1: |\beta| < 1$ (Tidak terdapat *unit root*, maka data stasioner)

- Taraf Signifikansi

$\alpha = 0.05$

- Statistik Uji

$$t_\delta = \frac{\hat{\beta}_1 - 1}{se(\hat{\beta}_1)}$$

dimana :

$$\hat{\beta} = (X^t X)^{-1} X^t Y$$

$$se(\hat{\beta}_1) = \sqrt{var(\hat{\beta}_1)}$$

dengan $var(\hat{\beta}) = \sigma^2 (X^t X)^{-1}$

Adapun output dari software adalah sebagai berikut :

Tabel 3 Pengujian Stasioner Rata-rata

Kurs	Dickey Fuller	p-value
Yen	-3.5911	0.03846

- Kriteria Uji

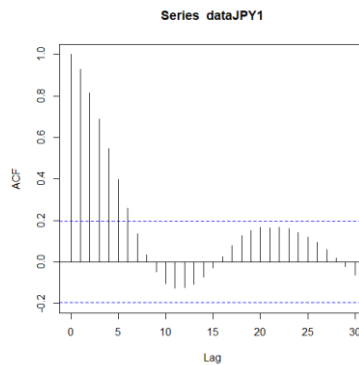
Tolak H_0 jika $|t_\delta| \geq t_{(n,\alpha)}$ Dickey Fuller atau $p - value \leq \alpha$, dan terima dalam hal lainnya.



- Keputusan
 $p - value = 0.05191 \leq \alpha = 0.05$ untuk yen, maka H_0 ditolak
- Kesimpulan
Dari keputusan diatas, berdasarkan taraf signifikansi 5% maka dapat disimpulkan bahwa data kurs yen tidak terdapat *unit root*.

Dari hasil pengujian menunjukkan data kurs rupiah atas yen sudah stasioner terhadap rata-rata. Akan tetapi untuk memastikan bahwa data ini sudah stasioner, akan dilakukan pemeriksaan visual menggunakan ACF.

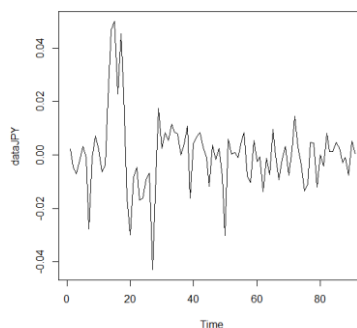
3. Memeriksa plot ACF data mingguan kurs



Gambar 3 Plot ACF Data Kurs Rupiah atas Yen

Dapat dilihat plot ACF untuk kurs rupiah atas yen bersifat dies down atau bergerak turun lambat. Hal ini menunjukkan bahwa data pada kurs ini belum stasioner dalam rata-rata, walaupun ADF nya menunjukkan $p - value \leq \alpha$ atau stasioner, sehingga akan dilakukan transformasi.

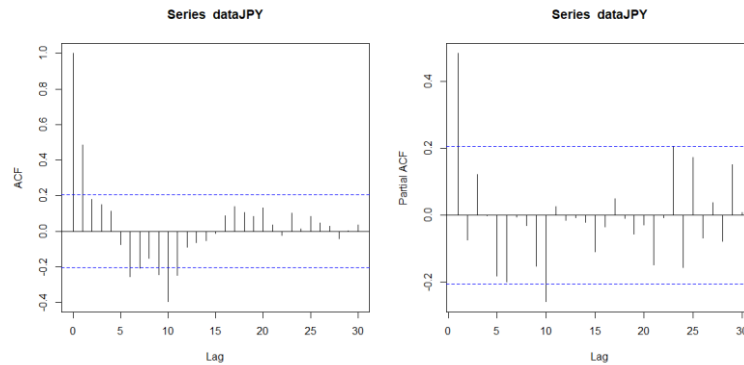
4. Jika data tidak stasioner, maka data akan ditransformasi menggunakan log return dan membuat plot setelah ditransformasi
 - a. Plot *time series*



Gambar 4 Plot Time Series Data Kurs Rupiah atas Yen Setelah Ditransformasi



b. Plot ACF dan PACF



Gambar 5 Plot ACF dan PACF Data Kurs Rupiah atas Yen Setelah Ditransformasi

Dapat dilihat dari plot ACF dan PACF, bahwa data kurs ini sudah stasioner baik terhadap varians maupun rata-rata, sehingga bisa dilakukan pemodelan menggunakan *Markov Switching Autoregressive*.

5. Menggunakan metode *Markov Switching Autoregressive*

a. Pengujian perubahan struktur

- Hipotesis
 - $H_0 : \delta = 0$ (Tidak terdapat perubahan struktur)
 - $H_1 : \delta \neq 0$ (Terdapat perubahan struktur)
- Statistik Uji

$$F = \frac{(RSS_C - (RSS_1 + RSS_2))/s}{(RSS_1 + RSS_2)/(T - 2s)}$$

Keterangan :

RSS_C : jumlah kuadrat residual model regresi dengan keseluruhan data (T)

RSS_1 : jumlah kuadrat residual model regresi sebelum terjadinya *break*

RSS_2 : jumlah kuadrat residual model regresi setelah terjadinya *break*

S : banyaknya parameter yang di estimasi

T : banyaknya data pengamatan

Adapun output dari *software* R adalah sebagai berikut:

Tabel 4 Pengujian Perubahan Struktur

Kurs	sup. F	p-value
Yen	11.064	0.01655

- Kriteria Uji
 - H_0 ditolak jika $F \geq F_{(s, T-2s)}$ atau $p - value \leq \alpha$, dan terima dalam hal lainnya
- Keputusan
 - $p - value = 0.01655 \leq \alpha = 0.05$ untuk JPY, maka H_0 ditolak.
- Kesimpulan
 - Dari keputusan diatas, berdasarkan taraf signifikansi 5% maka dapat disimpulkan bahwa data kurs yen terdapat perubahan struktur.

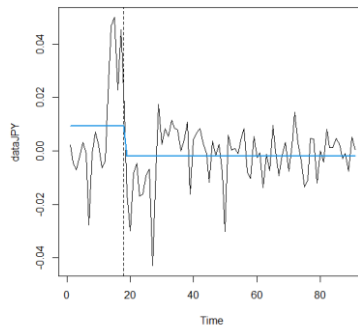


b. Pengestimasian jumlah dan waktu *break*

Tabel 5 Estimasi Jumlah dan Waktu *Break*

m (number of break)	Breakpoints at observation number	Corresponding to breakdates	BIC (Bayesian Information Criterion)
0	-	-	-513.61085
1	18	18	-515.25187
2	18, 31	18, 31	-512.43649
3	18, 31, 44	18, 31, 44	-505.49028
4	18, 31, 44, 64	18, 31, 44, 64	-497.07858
5	18, 31, 44, 64, 77	18, 31, 44, 64, 77	-488.08538

Berdasarkan nilai BIC minimum, maka banyaknya *breaks* adalah 1 yaitu terjadi pada minggu ke-18 (periode 28 Maret-3 April 2020, sehingga banyaknya regime adalah 2 dengan n1 sebanyak 18 observasi, dan n2 sebanyak 73 observasi).



Gambar 6 Plot Waktu *Break* Kurs Rupiah atas Yen

c. Pengestimasian parameter *Markov Switching Autoregressive*

Berdasarkan hasil estimasi jumlah break yang telah dilakukan sebelumnya, diperoleh hasil bahwa terdapat satu break dan dua regime. Selanjutnya akan dilakukan uji signifikansi parameter dari setiap kemungkinan model yang ada. Uji signifikansi dilakukan menggunakan uji t dengan taraf signifikan (α) sebesar 5% melalui *software R*, dengan kriteria uji yaitu tolak H_0 jika $p\text{-value} \leq \alpha$, dan terima dalam hal lainnya. Hasil ditunjukkan sebagai berikut :

Tabel 6 Estimasi Parameter Model

Kurs	Model	Parameter	Estimasi	t-stat	p-value	Keterangan
JPY	MS(2)-AR(0)	$\hat{\mu}_1$	0.0001	0.1111	0.9115	Tidak Signifikan
		$\hat{\mu}_2$	0.0005	0.0877	0.9301	Tidak Signifikan
	MS(2)-AR(0)	$\hat{\mu}_1$	-0.0002	-0.2222	0.8242	Tidak Signifikan
		$\hat{\mu}_2$	0.0009	0.2093	0.8342	Tidak Signifikan
		ϕ_1	0.4811	4.3109	1.626e-05	Signifikan



Model yang terbaik yang bisa digunakan dalam pemodelan adalah MS(2)-AR(1), kemudian akan dilakukan *diagnostic checking* untuk memastikan menggunakan model tersebut.

d. *Diagnostic Checking*

Berdasarkan pengestimasi parameter, didapatkan model yang terbaik adalah MS(2)-AR(1). Selanjutnya akan dilakukan *diagnostic checking*. Adapun pengujian yang akan dilakukan yaitu uji residual non autokorelasi menggunakan *Q-Ljung Box*, normalitas residual menggunakan *Kolmogorov Smirnov*, dan homogenitas varians residual menggunakan *McLeod-Li*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *software R*. Adapun hasilnya adalah sebagai berikut.

Tabel 7 Diagnostic Checking

Model	Diagnostic Checking	Stat-Uji	p-value	Keterangan
MS(2)-AR(1)	Autokorelasi	0.095136	0.7577	Tidak Autokorelasi
	Normalitas	0.11111	0.6378	Normal
	Homoskedastisitas	1.8617	0.1724	Homoskedastisitas

Berdasarkan taraf signifikansi 5%, dapat disimpulkan bahwa untuk model MS(2)-AR(1) ini sudah memenuhi semua asumsi, sehingga bisa dilakukan pemodelan.

e. Pemodelan

Berdasarkan estimasi parameter sebelumnya, maka dapat dibuat model adalah sebagai berikut:

$$Y_t = 0.4811Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

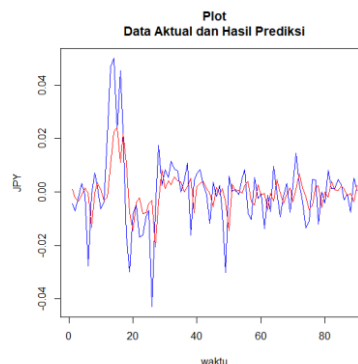
Dari model diatas dapat diperoleh pula matriks peluang transisi sebagai berikut

Tabel 8 Matriks Peluang Transisi

	Regime 1,t	Regime 2,t
Regime 1,t+1	0.8911341	0.297509
Regime 2,t+1	0.1088659	0.702491

f. Ukuran Ketepatan Model

Berdasarkan perhitungan, diperoleh hasil RMSE untuk model MS(2)-AR(1) sebesar 0.01205102 yang mendekati nilai 0. Adapun perbandingan data actual dan hasil prediksi adalah sebagai berikut:



Gambar 7 Plot Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi



IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa :

- Pada data kurs mata uang rupiah atas yen erjadi perubahan struktur dengan satu *break* yaitu pada periode waktu 28 Maret-3 April 2020.
- Model terbaik yang bisa digunakan yaitu $Y_t = 0.4811Y_{t-1} + \varepsilon_t$ dengan RMSE sebesar 0.01205102

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anjani, N. (2019). *FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI NILAI TUKAR RUPIAH TERHADAP DOLAR AMERIKA Oleh* : INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI (IAIN) METRO. Retrieved from https://repository.metrouniv.ac.id/id/eprint/1230/1/SKRIPSI_NURHIDAYATI.pdf
- [2] Bank Indonesia. (2021). Kurs Transaksi Bank Indonesia. Retrieved from bi.go.id/id/statistik/informasi-kurs/transaksi-bi/Default.aspx
- [3] Bappenas. (2020). *Perekonomian Global dan Domestik*. Retrieved from http://www1.bappenas.go.id/files/3015/8752/7950/Perkembangan_Ekonomi_Makro_Bulan_Maret_2020.pdf
- [4] CHUNG-MING KUAN. (2002). Lecture on the Markov Switching Model. *Working Paper*, Taiwan Institute of Economics, Academia Sinica
- [5] Hamilton, J. D. (1989). A New Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and the Business Cycle. *Econometrica*, 57(2), 357–384. <https://doi.org/10.2307/1912559>.
- [6] Krisnaldy. (2021). FLUKTUASI NILAI TUKAR RUPIAH TERHADAP MATA UANG ASING DI MASA PANDEMI COVID-19. Indonesia. Retrieved from <https://reportase.tv/fluktuasi-nilai-tukar-rupiah-terhadap-mata-uang-asing-di-masa-pandemi-covid-19> [7] M. Young, The Technical Writer's Handbook. Mill Valley, CA: University Science, 1989.
- [7] RUSLAELA, E. (2020). *PEMODELAN MARKOV SWITCHING AUTOREGRESSIVE (MSAR) PADA PREVALENSI PENYAKIT DIABETES MELITUS DI KOTA BANDUNG SKRIPSI*. Universitas Padjadjaran. Retrieved from http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=bth&AN=92948285&site=eds-live&scope=site%0Ahttp://bimpactassessment.net/sites/all/themes/bcorp_impact/pdfs/em_stakeholder_engagement.pdf%0Ahttps://www.glo-bus.com/help/helpFiles/CDJ-Pa

