

Analisis dan Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan – Propagasi Balik Dalam Memprediksi Produksi dan Konsumsi Minyak Bumi, Gas Bumi, dan Batu Bara di Indonesia

Analysis and Implementation of Artificial Neural Network – Back Propagation in Prediction of Crude Oil, Natural Gas, and Coal Production and Consumption in Indonesia

Anggit Nourislam¹, Jondri, Drs., MST.², Siti Saadah, ST., MT.³

¹Prodi S1 Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

²Prodi S1 Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

³Prodi S1 Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹ anggit.nour@gmail.com, ² jdn@ittelkom.co.id, ³ tisataz@gmail.com

Abstrak

Indonesia adalah salah satu negara penghasil sumber energi yang terbentuk dari fosil ataupun non fosil. Sumber energi yang tercipta dari fosil bukanlah sesuatu yang dapat dengan mudah didaur ulang yang mengakibatkan terjadinya krisis energi di masa mendatang. Kondisi krisis energi ini perlu diprediksi kapan terjadinya karena dapat mempengaruhi kondisi perekonomian Indonesia. Prediksi krisis energi fosil di masa mendatang dapat dilakukandengan melihat pola dari produksi dan konsumsi energi tersebut di Indonesia. Untuk mengetahui pola tersebut, dibutuhkan sebuah model yang cukup stabil terhadap perubahan karena naik turunnya produksi dan konsumsi bisa terjadi dengan cepat. Oleh sebab itu dibutuhkan algoritma jaringan syaraf tiruan yang merupakan model pembelajaran yang stabil terhadap perubahan pola dalam kurun waktu yang cepat. Model ini menghasilkan keluaran berupa nilai prediksi dari produksi dan konsumsi di masa mendatang yang nantinya dapat dikelompokkan apakah indeks tersebut tergolong krisis atau tidak.

Kata Kunci: krisis energi, jaringan syaraf tiruan.

Abstract

Indonesia is one of the countries that produce energy sources that are formed from fossil or non- fossil. Sources of fossil energy that is created is not something that can be easily recycled which cause the energy crisis in the future . The energy crisis when the need predictable because it can affect the Indonesian economy . Prediction of fossil energy crisis in the future can be done by looking at the pattern of energy production and consumption in Indonesia . To find these patterns , we need a model that is quite stable against changes due to the rise and fall of production and consumption can happen quickly . Therefore it takes a neural network algorithm that is stable learning model to changes in the pattern of the fast period . These models produce the output of the predictive value of production and consumption in the future which will be grouped if the index classified as a crisis or not .

Keywor ds: energy crisis, neural network.

1. Pendahuluan

“Berdasarkan data Blueprint Pengelolaan Energi Nasional pada tahun 2004, bahwa sumber daya energi Indonesia khususnya sumber daya energi fosil yakni minyak, gas, dan batubara, masing-masing akan habis dalam waktu 18, 61, dan 147 tahun lagi,” tutur kandidat Doktor Kebijakan Energi Universitas Indonesia (UI) [8]. Untuk menghadapi terjadinya krisis tersebut, dapat melihat kejadian krisis yang terjadi pada tahun 1973, dimana negara-negara arab melakukan embargo, kenaikan harga dan pengurangan produksi minyak kepada negara-negara yang membantu israel dalam melakukan penyerangan terhadap pasukan mesir. Hal ini mengakibatkan krisis minyak terutama di negara-negara industri, dimana merupakan konsumen berat minyak [11]. Dari keterangan tersebut, dapat disimpulkan bahwa produksi yang dilakukan sebuah negara yang tidak dapat memenuhi konsumen di negara tersebut dapat mengakibatkan krisis.

Jika melihat dari data produksi dan konsumsi energi fosil di Indonesia, peningkatan dan penurunan di 10 tahun terakhir ini tidak dapat ditentukan meningkat atau menurunnya di tahun berikutnya. Karena kondisi yang tidak menentu antara peningkatan dan penurunan di sisi konsumsi dan produksi energi bumi, maka dibutuhkan sebuah sistem yang dapat memprediksikan kondisi krisis energi bumi baik itu minyak bumi, gas bumi, dan batu bara di suatu tempat. Salah satu metode untuk mendeteksi krisis energi di suatu tempat adalah dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan propagasi balik. Algoritma ini merupakan algoritma pembelajaran dengan menerapkan kecerdasan buatan untuk menghasil suatu keluaran yang MAPEnya semakin kecil.

2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/ perancangan

2.1 Preprocessing Data

Data yang didapat sangat bervariasi dari tahun ke tahun. Sehingga dapat mempersulit sebuah system untuk melakukan pembelajaran. Maka dari itu untuk memperbaiki proses pembelajaran, dilakukan sebuah preprocessing data dengan menggunakan normalisasi min-max. Rumusnya adalah sebagai berikut[9]:

$$\text{Data baru} = \left(\frac{\text{data} - \text{nilai minimal}}{\text{nilai maksimal} - \text{nilai minimal}} \right) \times (0,9 - 0,1) + 0,1 \quad (1)$$

2.2 Sumber Energi Fosil Indonesia

Sumber energi fosil di Indonesia terdiri dari minyak bumi, gas bumi, dan batu bara. Ketiga sumber energi ini tidak dapat terbarukan. Hal ini dapat mengakibatkan krisis energi di Indonesia. Krisis ini terjadi ketika konsumsi semakin meningkat namun produksi semakin menurun. Produksi semakin menurun dikarenakan kondisi ketersediaan pasti energi yang sudah diketahui tersebut di alam semakin menurun.

Data yang mencakup sumber energi ini adalah data ekspor, impor, produksi, konsumsi, dan ketersediaan. Namun yang digunakan dalam penelitian ini adalah data produksi dan konsumsi. Data impor dan ekspor tidak digunakan karena tidak mempengaruhi terhadap krisis energi yang ada di suatu tempat.

Pada bulan Januari 2012, anggota Komisi VII DPR RI Fraksi PDI Perjuangan, DR (cand) Dewi Aryani, M. Si, mengatakan bahwa sumber daya energi fosil Indonesia diperkirakan akan habis dalam jangka waktu beberapa tahun ini lagi. Potensi krisis energi fosil ini terjadi dikarenakan meningkatnya kebutuhan konsumsi dan permintaan energi dalam 30 tahun terakhir [8].

2.3 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan adalah metode pembelajaran yang mengadopsi kecerdasan otak manusia yang terdiri dari 3 layer, yaitu input layer, hidden layer, dan output layer. Diantara satu layer dengan layer lain terdapat sebuah bobot yang mempengaruhi layer selanjutnya. Bobot inilah yang akan kita latih.

Jaringan syaraf tiruan adalah algoritma yang mampu mengatasi masalah prediksi time series dan dapat menghasilkan MAPEkurang dari 5 persen. Walaupun dapat menghasilkan MAPE yang kecil, namun memiliki kelemahan dalam proses belajarnya yang menggunakan metode propagasi balik. Metode ini perlu dioptimasi agar dapat mencapai tingkat homogen lebih cepat.

Pada kasus prediksi harga saham, metode ini mencapai Mape yang terbaik dibandingkan metode lainnya. Toleransi MAPE(Mean Absolute Percentage Error) yang dihasilkan pada kasus prediksi harga saham adalah 3,97 persen [13].

Kasus prediksi krisis energi memiliki kesamaan dengan prediksi harga saham, yaitu bersifat time series, maka penelitian ini pun akan diterapkan algoritma jaringan syaraf tiruan.

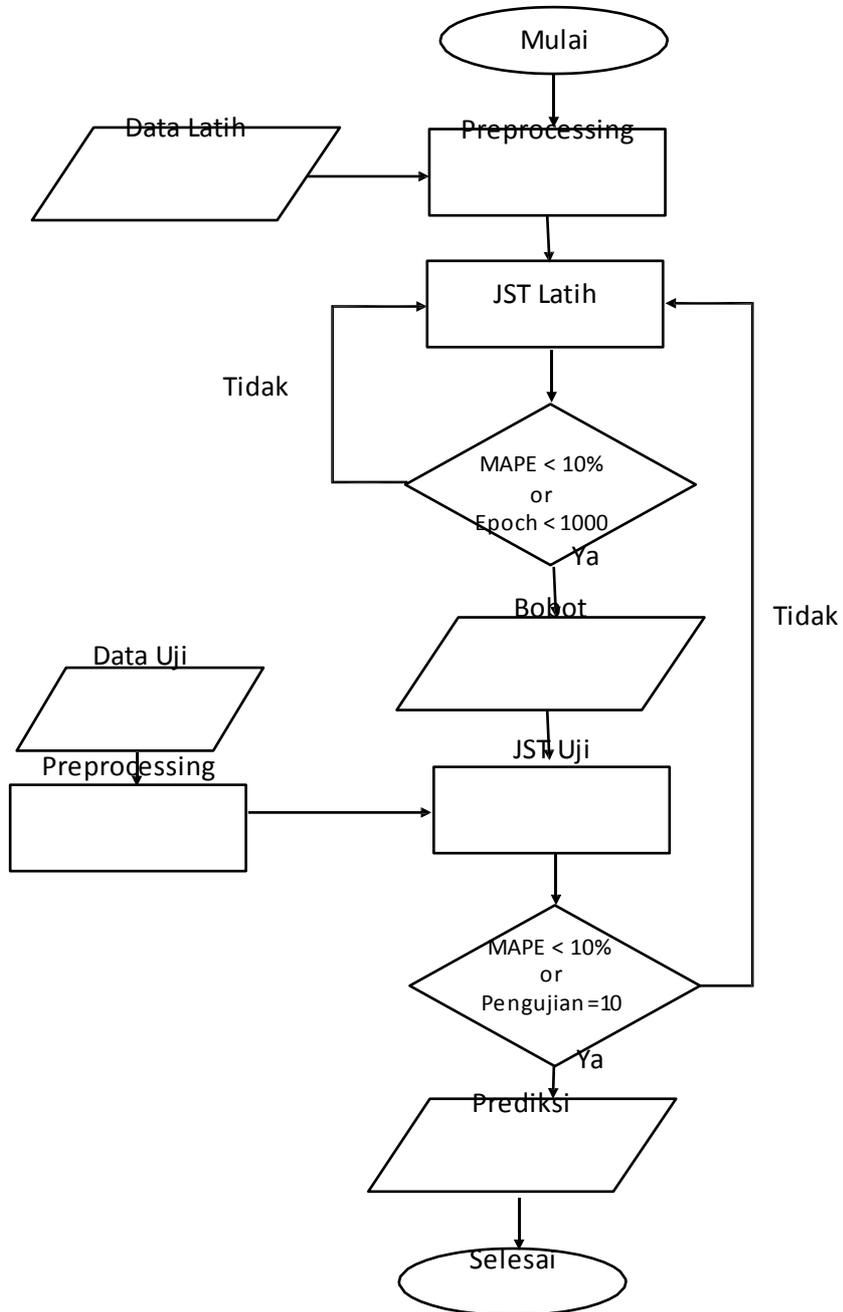
2.4 Prediksi Krisis Energi

Pada tahun 1973, negara-negara arab melakukan embargo, kenaikan harga dan pengurangan produksi minyak kepada negara-negara yang membantu israel dalam melakukan penyerangan terhadap pasukan mesir. Hal ini mengakibatkan krisis minyak terutama di negara-negara industri, dimana merupakan konsumen berat minyak [11]. Krisis tersebut terjadi dikarenakan jumlah produksi dari energi tidak dapat memenuhi jumlah konsumsi yang ada di suatu negara. Sehingga salah satu cara untuk mengantisipasi krisis tersebut adalah dengan melakukan import energi dari negara lain yang memiliki kelebihan energi. Secara kasar dapat disimpulkan bahwa krisis tersebut terjadi ketika produksi kurang dari konsumsi.

Untuk mengetahui kondisi krisis di tahun depan, dilakukan prediksi secara terpisah terhadap produksi dan konsumsi energi tersebut, baik minyak bumi, gas bumi, dan batu bara. Prediksi tersebut dilakukan dengan memasukkan data di tahun-tahun sebelumnya secara berurutan.

Setelah prediksi time series dilakukan, maka dilakukan prediksi krisis energi dimana dikatakan krisis ketika hasil prediksi dari produksi nilainya kurang dari hasil prediksi dari konsumsi. Kedua hasil prediksi tersebut harus dalam satuan yang sama.

2.5 Alur Proses



Gambar 2. 1 Diagram alir sistem

3. Pembahasan

3.1. Hasil Skenario A dengan 6 atau 8 neuron hidden dengan fungsi sigmoid menggunakan bias

Untuk mengetahui pengaruh dari tiap parameter yang ada pada arsitektur jaringan seperti, jumlah neuron hidden layer, penggunaan bias, dan learning rate maka dilakukan pengujian dengan neuron hidden layer 6 atau 8, dengan penggunaan bias dan tidak menggunakan bias, dan perubahan learning rate dalam rentang 0,1-0,9.

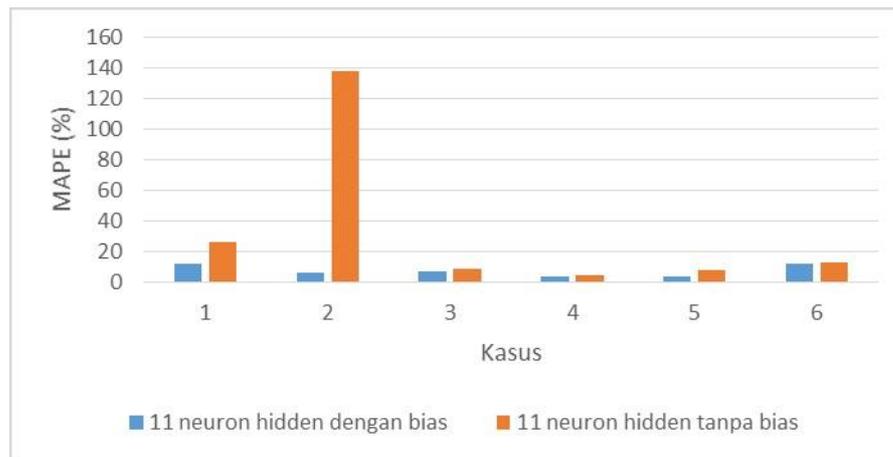
Tabel 1 Hasil terbaik dari setiap kasus

Data	Neuron Hidden	Bias	Learning Rate	MAPE Pengujian
KBB	6	YA	0,6	10,3592
PBB	6	YA	0.7	6,2467
KGB	6	YA	0,4	6,1031
PGB	8	YA	0,4	3,287
KMB	6	YA	0,7	3,9719
PMB	6	YA	0,9	16,4766

Pada tabel diatas terlihat bahwa hasil terbaik pada konsumsi batu bara(KBB) adalah dengan jumlah neuron hidden layer 6, penggunaan bias, dan learning rate adalah 0,6. Sedangkan pada kasus produksi batu bara(PBB) adalah dengan jumlah neuron hidden layer 6, penggunaan bias, dan learning rate adalah 0,6. Pada kasus konsumsi gas bumi(KGB) adalah dengan jumlah neuron hidden layer 6, penggunaan bias, dan learning rate adalah 0,4. Sedangkan pada kasus produksi gas bumi(PGB) adalah dengan jumlah neuron hidden layer 8, penggunaan bias, dan learning rate adalah 0,4. Pada kasus konsumsi minyak bumi(KMB) adalah dengan jumlah neuron hidden layer 6, penggunaan bias, dan learning rate adalah 0,7. Sedangkan pada kasus produksi minyak bumi(PMB) adalah dengan jumlah neuron hidden layer 6, penggunaan bias, dan learning rate adalah 0,9.

3.2. Hasil Skenario B dengan 6 atau 8 neuron hidden dengan fungsi sigmoid tanpa bias

Penggunaan bias sangat berpengaruh dalam proses pembelajaran karena merupakan variable eksternal yang mempengaruhi pembelajaran. Sehingga dapat mencapai homogeny data yang nantinya digunakan untuk melakukan prediksi. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3. 1 Diagram perbandingan MAPE antara perbedaan penggunaan bias

3.3. Hasil Skenario C dengan 3 neuron hidden dan 3 neuron input dengan fungsi sigmoid menggunakan bias

Table 2 Hasil pelatihan dan prediksi dengan jumlah neuron input 3 dan neuron hidden 3

kasus	learning rate	MAPE pelatihan (%)	Jumlah iterasi	MAPE pengujian(%)
Konsumsi batu bara	0,6	12,7018	1000	11,4445
produksi batu bara	0,7	15,9925	1000	9,2828
konsumsi gas bumi	0,4	12,6423	1000	11,2866
produksi gas bumi	0,4	13,7099	1000	9,3688
konsumsi minyak bumi	0,7	10,4994	1000	9,7135
produksi minyak bumi	0,9	10,3242	1000	9,0221

Dari table 2 dapat terlihat bahwa dengan berkurangnya jumlah neuron input, menurunkan nilai MAPE pelatihan hingga kurang dari 50% pada kasus produksi batu bara, konsumsi batu bara, dan konsumsi gas bumi. Sedangkan pada ketiga kasus yang lainnya, meningkatkan nilai MAPE pelatihan sekitar 1-2%. Dari data ini, terlihat bahwa semakin kecil jumlah neuron input, belum dapat dipastikan bahwa MAPE pelatihan akan semakin menurun. Hal tersebut dikarenakan pergerakan data dari masing-masing kasus berbeda. Namun dari data tersebut, dapat terlihat bahwa semakin kecil jumlah neuron input, dapat membuat nilai MAPE pelatihan memiliki perbedaan 0,1-3% pada kasus ini.

Selain itu, dampaknya terhadap MAPE pengujian menjadi lebih besar pada kasus selain produksi minyak bumi. Sedangkan untuk kasus produksi minyak bumi, dapat menurunkan nilai MAPE pengujian hingga 25%. Hal ini pun tergantung pada data pengujian yang ada. Jadi dengan berkurangnya jumlah neuron input belum dapat ditentukan bahwa MAPE pengujian akan semakin kecil.

Dari data-data tersebut terlihat bahwa dengan memperbanyak jumlah neuron input belum dapat dipastikan bahwa MAPE menjadi semakin kecil. Hal tersebut dikarenakan perbedaan pada trend data yang menjadi masukannya.

3.2. Hasil Skenario D dengan 3 neuron hidden dan 3 neuron input dengan fungsi linear menggunakan bias

Table 3 Hasil pelatihan dan prediksi dengan jumlah neuron input 3 dan neuron hidden 1 dengan fungsi aktivasi linear

Kasus	Mape Latih (%)	Mape Uji (%)	Jumlah Iterasi
Konsumsi Batu Bara	9,9933	6,9506	495
Produksi Batu Bara	9,9972	8,1865	969
Konsumsi Gas Bumi	9,9932	7,364	547
Produksi Gas Bumi	9,9964	7,0216	835
Konsumsi Minyak Bumi	9,9933	5,2666	530
Produksi Minyak Bumi	11,7616	10,5256	1000

Pada table 3 terlihat bahwa hasil dari skenario ini pada satu arsitektur jaringan menghasilkan MAPE dibawah 10% kecuali pada kasus produksi minyak bumi yang menghasilkan MAPE pengujiannya adalah 10,5256%.

Jika dibandingkan antara hasil dengan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner dengan fungsi aktivasi linear, maka dapat dilihat perbedaan antara tabel D.1 dan tabel E1 bahwa dari segi jumlah iterasi pembelajaran, fungsi linear jauh lebih cepat dibandingkan fungsi aktivasi sigmoid. Hal ini dikarenakan perbaikan bobot dilakukan agar nilai keluaran sama dengan nilai masukannya. Sedangkan jika dilihat pada sisi MAPE pengujian, fungsi aktivasi linear menghasilkan MAPE terkecil pada kasus-kasus selain produksi minyak bumi.

Perbedaan lainnya, fungsi aktivasi sigmoid biner menghasilkan keluaran hanya pada rentang 0 sampai 1. Sedangkan fungsi aktivasi linear yang keluarannya tidak memiliki rentang karena nilai keluarannya sama dengan nilai masukannya.

4. Kesimpulan

1. Semakin besar nilai learning rate, semakin cepat proses pembelajaran dari sisi jumlah iterasi. Namun jika learning rate terlalu besar, maka dapat mengakibatkan kondisi homogen data sulit tercapai.
2. Penggunaan bias dapat memperkecil MAPE karena dapat membantu dalam mencapai kondisi homogen data.
3. Semakin besar jumlah neuron input belum tentu menghasilkan nilai MAPE semakin kecil.
4. Dengan data yang selalu bergerak naik lebih baik menerapkan fungsi aktivasi dengan fungsi linear karena tidak ada nilai yang membatasi fungsi ini.

Daftar Pustaka:

- [1] BP (website). (2014, Februari 1). *Coal-Consumption Mtoe*. Retrieved from Data Market: <https://datamarket.com/data/set/1cc2/coal-consumption-mtoe#!ds=1cc2!wwx=5&display=line>
- [2] BP (website). (2014, Februari 1). *Coal-Production Mtoe*. Retrieved from Data Market: <https://datamarket.com/data/set/1i9q/coal-production-mtoe#!ds=1i9q!1jf0=z&display=line>
- [3] BP (website). (2014, Februari 1). *Gas Consumption – tonnes*. Retrieved from Data Market: <https://datamarket.com/data/set/1cay/gas-consumption-tonnes#!ds=1cay!r12=5&display=line>
- [4] BP (website). (2014, Februari 1). *Gas Production – tonnes*. Retrieved from Data Market: <https://datamarket.com/data/set/1car/gas-production-tonnes#!ds=1car!r0u=15&display=line>

- [5] BP (website). (2014, Februari 1). *Oil Consumption – Tonnes*. Retrieved from Data Market: <https://datamarket.com/data/set/19f7/oil-consumption-tonnes#!ds=19f7!onq=5&display=line>
- [6] BP (website). (2014, Februari 1). *Oil: Production tonnes*. Retrieved from Data Market: <https://datamarket.com/data/set/17tm/oil-production-tonnes#!ds=17tm!kqc=14&display=line>
- [7] Jeffheaton. (2008, September 14). The Number of Hidden Layer. Retrieved April 2, 2014, from Heaton Research: <http://www.heatonresearch.com/node/707>
- [8] Jayeng, R., & Gaharu, S. (2012, Januari 21). *Indonesia Berpotensi Alami Krisis Energi Fosil*. Retrieved November 4, 2013, from panturanews: <http://www.panturanews.com/index.php/panturanews/baca/5310/21/01/2012/indonesia-berpotensi-alami-krisis-energi-fosil>
- [9] Martiana, E. (2013, September 11). *Data Preprocessing*. Retrieved Maret 25, 2014, from Politeknik Elektronika Negeri Surabaya: <http://www.lecturer.eepis-its.edu/~enti>
- [10] Nurmila, N., Sugiharto, A., & Sarwoko, E. A. (2010). Algoritma Back Propagation Neural Network Untuk Pengenalan Pola Karakter Huruf Jawa. *Jurnal Masyarakat Informatika*.
- [11] Putri, F. D., & Sumarno. (2014). Krisis Minyak Tahun 1973-1974 di Negara-negara Industri Sebagai Penggerak Tata Ekonomi Dunia Baru. AVATARA, e-Jurnal Pendidikan Sejarah.
- [12] Septiarini, A., & Sya'baniah, N. (2012). Sistem Peramalan Jumlah Produksi Air PDAM Samarinda Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *Jurnal Ekspansional*.
- [13] Setiawan, W. (2008). Prediksi Harga Saham Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Multilayer Feedforward Network dengan Algoritma Backpropagation. *Konferensi Nasional Sistem dan Informatika 2008 (KNS&I08-020)* (p. 6). Bali: Konferensi Nasional Sistem dan Informatika (KNS&I).
- [14] STMIK Jakarta. (2011, Februari 17). Jaringan Syaraf Tiruan. Retrieved Juli 10, 2014, from Materi Perkuliahan: http://jak-stik.ac.id/materi/Kecerdasan_Buatan/
- [15] Suyanto. (2002). *Intelijensia Buatan*. Bandung: Sekolah Tinggi Teknologi Telkom.
- [16] Winita. (2011, September 29). Pemilihan teknik peramalan dan penentuan kesalahan peramalan. Retrieved January 28, 2014, from Staff MIPA UNS: <http://winita.staff.mipa.uns.ac.id/>