

Optimalisasi Penghematan *Power Supply* (Ps) Pembangkit dengan Menggunakan *Preheater Auto Thermal* PLTDG Pesanggaran

I Wayan Sugara Yasa

sugarayasa@undiknas.ac.id
Universitas Pendidikan Nasional

I Wayan Dikse Pancane

diksapancane@undiknas.ac.id
Universitas Pendidikan Nasional

I Nyoman Gede Adrama

nyomanadrama@undiknas.ac.id
Universitas Pendidikan Nasional

Abstrak

Pertumbuhan listrik yang semakin pesat dan terus menerus ini membuat ketersediaan listrik harus terus meningkat. Apalagi dengan program 35.000 MW yang dicanangkan oleh pemerintah Republik Indonesia yang masih dalam proses. Namun, pertumbuhan beban listrik yang terus menerus mengakibatkan peningkatan pasokan sumber daya alam (NR) bahan bakar dan daya yang digunakan sebagai daya untuk konsumsi generator itu sendiri. Pada penelitian ini dilakukan analisis terutama pada konsumsi daya pembangkit yang cukup besar pada saat standby mode yang dilakukan pada PLTDG. PT Indonesia Power Pesanggaran. Oleh karena itu, perlu dilakukan peremajaan atau penggantian peralatan listrik yang digunakan untuk menghemat konsumsi energi. Salah satu peralatan yang mengkonsumsi daya dalam jumlah besar saat unit dalam keadaan standby adalah *Electric Preheater*. Dengan adanya program ini dimaksudkan untuk memperoleh penghematan energi listrik dari konsumsi listrik *Preheater* yang seharusnya 108 kWatt menjadi 0 Watt dengan menggunakan *Thermal Preheater*, sehingga terjadi penghematan konsumsi energi listrik sesuai yang diharapkan, dan mampu mengurangi konsumsi energi di sektor pembangkit sesuai dengan tujuan PROPER KLHK (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan) dan berkontribusi pada SDG'S (*Sustainable Development Goals*) poin 7 tentang energi bersih dan terjangkau.

Kata Kunci — *Preheater*, Pembangkit Listrik PS, PLTDG Pesanggaran

Abstract

This increasingly rapid and continuous growth in electricity makes the availability of electricity must continue to increase. Especially with the 35,000 MW program launched by the government of the Republic of Indonesia which is still in an ongoing process. However, the continuous growth of the electrical load has resulted in the increase in the supply of fuel natural resource (NR) and the power used as power for the generator's own consumption. In this study, an analysis was carried out, especially on the power consumption of the power plant which is quite large during standby mode which is carried out at PLTDG. PT Indonesia Power Pesanggaran. Therefore, it is necessary to rejuvenate or replace the electrical equipment used to save energy consumption. One of the equipment that consumes a large amount of power when the unit is on standby is an *Electric Preheater*. With this program, it is intended to obtain electrical energy savings from the electricity consumption of the

Preheater which should be 108 kWatt to 0 Watt by using a *Thermal Preheater*, so that there is a savings in electrical energy consumption as expected, and is able to reduce energy consumption in the generating sector in accordance with the objectives of PROPER KLHK (Ministry of Environment and Forestry) and contribute to SDG'S (*Sustainable Development Goals*) point 7 regarding clean and affordable energy.

Keywords — *Preheater*, PS Power Generator, PLTDG Pesanggaran.

I. PENDAHULUAN

Untuk kebutuhan listrik di wilayah Bali, ada beberapa pembangkit listrik yang menyuplai kebutuhan listrik Bali, yaitu PLTG Gilimanuk, PLTG Pamaran, PLTU Celukan Bawang, PLTG Pesanggaran dan PLTDG Pesanggaran. PLTDG Pesanggaran merupakan pembangkit yang bersifat *load follower*, sehingga mewajibkan untuk tiap unitnya tetap terjaga untuk melistriki beban di pulau Bali ini. Namun dalam pengoperasiannya, apabila pembangkit dalam keadaan standby pasti akan memerlukan PS (*Power Supply*) yang cukup besar untuk *supply* tegangan pada beberapa peralatan yang tetap bekerja [1]. Salah satunya yaitu *Preheater Electric* yang berfungsi cukup vital dan memerlukan daya yang cukup besar, serta menjadi salah satu *permit* (syarat) apabila unit pembangkit akan di *start*. *Preheater* berfungsi untuk menjaga temperatur air dalam mesin (60° - 70°) pada silinder (ruang bakar) melalui *line jacket water*, sehingga tidak mengalami *thermal stress* pada saat unit start. *Automatic heater termal* akan diaplikasikan untuk menggantikan heater electric yang dirasa cukup besar yaitu 108 kW/engine dan pengambilan supply nya diambil dari jaringan 150 kV yang diturunkan oleh trafo auxiliary sehingga mencapai ke peralatan (400 V). *Auto thermal heater* merupakan alat inovasi yang menggunakan *thermal oil* yang menyerap panas dari *exhaust* mesin yang akan ditransfer pada air cooling sehingga dapat menjaga temperature menggantikan *electric heater* sebelumnya. Auto thermal menggunakan beberapa tools kontrol seperti sensor *PT Temperature* dan PLC Omron E5CC. Untuk kelistrikan menggunakan beberapa MCB dan *Thermal Overload Relay* (TOR) yang berfungsi

sebagai proteksi peralatan. Sehingga dengan switch ke alat tersebut dapat menghemat biaya PS, menghemat energy, menghasilkan keuntungan finansial bagi pembangkit dan meningkatkan nilai efisiensi, dan Sebagai upaya penghematan pemakaian.

II. TEORI

Preheater secara umum berfungsi sebagai pemanas air dengan menggunakan energi listrik untuk sumber panasnya. Untuk menjaga mesin agar lebih bekerja optimal jika digunakan pada kecepatan tertentu, maka membutuhkan komponen kepala silinder. Mesin tidak boleh dalam kondisi *overheat* karena akan mempengaruhi kinerjanya [3].

1) Preheater Electric



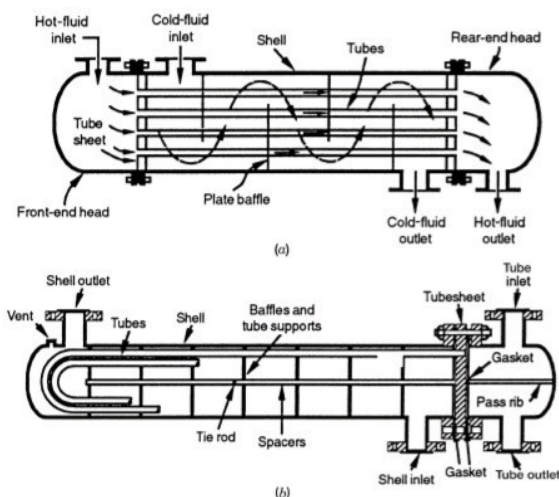
Gbr. 1 *Preheater Electric* (Sumber: Dok PLTDG Pesanggaran)

Preheater Electric berfungsi untuk memanaskan air yang disirkulasikan di dalam engine PLTDG untuk menjaga temperatur pada saat unit *standby*.

Prinsip kerja *preheater electric* pada umumnya menggunakan termostat atau sensor temperatur untuk mengatur suhu pada kisaran 70-80 derajat sesuai dengan settingan perusahaan. Terdapat 4 coil/ element pemanas pada *preheater electric* yang tersusun didalam tanki pemanas.

Tujuan PS (*Power Supply*) pada *preheater* yang diambil dari jaringan 150kV saat unit *standby* diantaranya adalah:

1. Menekan Biaya Pokok Produksi (BPP) pembangkit dalam pengembalian daya dari *preheater* terhadap PLN
2. Menjadikan pembangkit lebih andal dan efisien



Gbr. 2 Heat Exchanger Pemanas Air (Sumber: wikipedia preheater)

Pada Gambar 2 air akan mengalir melalui sisi intake, kemudian didalam tanki heater terdapat coil yang sudah tersusun dan beberapa plat pembatas guna membuat aliran air merata, hal tersebut ditujukan supaya pertukaran panas antara coil dan air akan lebih efektif. Setelah melalui outlet pada tanki heater, air akan disirkulasikan oleh pompa kecil (1,1 kW) kedalam mesin PLTDG. Air akan masuk kedalam sistem pendingin melalui celah celah pada silinder atau biasa disebut *Jacket Water*. Hal itu difungsikan agar temperatur tetap terjaga pada silinder (ruang bakar) sehingga tidak mengalami thermal stress (tekanan yang diakibatkan oleh perubahan suhu yang drastis) pada saat unit akan dioperasikan kembali.

2) Preheater Thermal



Gbr. 3 *Preheater Thermal* (Sumber: Dok PLTDG Pesanggaran)

Oli thermal merupakan oli yang dapat menyerap panas yang dihasilkan oleh gas buang mesin dan dialirkan keseluruhan unit yang membutuhkan panas terutama pada sistem bahan bakar. Oli thermal juga digunakan sebagai pemanas/ heater mesin agar mengurangi jumlah *power supply* yang dikonsumsi heater elektrik karena dirasa cukup besar dalam pemakaian energi listrik.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sistem *Preheater Electric* dan *Thermal* PLTDG

Selanjutnya penulis akan menjelaskan tentang sistem kerja dari *preheater elektrik* dan *thermal* ketika pengujian ini berlangsung, sehingga akan lebih mudah untuk mengetahui sistem *preheater* beberapa hasil pengujian dengan parameter parameter yang seharusnya yang dimonitoring melalui WOIS (*Wartsila Operating Integrated System*) yang lebih menghemat energi dan mengurangi pemakaian PS unit Pembangkit yang terjadi dan membandingkannya di Lapangan

B. Langkah-langkah Pengujian *Preheater Electric* dan *Thermal*

Sebelum analisa dilakukan penulis akan menjelaskan terlebih dahulu dari pengujian yang dilakukan, baik persiapan awal yang harus dilakukan, saat pengujian, dan hasil dari pengujian yang dilakukan sehingga dapat memberikan gambaran apa yang sebenarnya terjadi pada percobaan tersebut.

C. Rekomendasi

Setelah analisa dapat dilakukan, maka selanjutnya penulis akan memberikan rekomendasi untuk penghematan pemakaian PS kedepan sesuai hasil pengujian yang telah dilakukan.

IV. PEMBAHASAN

A. Sistem Waste Heat Recovery Unit Thermal Oil

Waste Heat Recovery Unit (WHRU) adalah sebuah unit yang dipasang sedemikian, sehingga dapat melakukan fungsinya untuk memanfaatkan panas yang dihasilkan oleh exhaust gas. Exhaust gas merupakan gas dari hasil reaksi pembakaran (combustion) antara bahan bakar (fuel) dengan udara bebas (charge air) di dalam engine. Exhaust gas memiliki temperatur yang cukup tinggi yaitu sekitar 325-425°C [4]. Sistem konfigurasi WHRU pada PLTDG Pesanggaran terdiri dari empat economizer. Masing masing economizer dipasang pada exhaust gas system engine 1, engine 6, engine 7, dan engine 12. Melihat konfigurasi tersebut, proses heat recovery tidak dilakukan pada semua engine melainkan hanya pada empat engine saja. Sistem WHRU ini difabrikasi oleh Alfa Laval tipe Aalborg EXV dengan spesifikasi teknis peralatannya yang dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL I
SPESIFIKASI TEKNIK PERALATAN

ECONOMIZER			
Quantity	4	Pc(s)	
Main Engine	18V50DF		
Exhaust Gas Side			
DieselMode Engine Load 100%	Capacity	1750	kW
	Exhaust gas quantity	12040	kg/h
	Exhaust gas temperature before heater	373	°C
	Exhaust gas temperatur after heater	325	°C
	Pressure drop exhaust gas	923	Pa
GasMode Engine Load 100%	Capacity	1963	kW
	Exhaust gas quantity	97200	kg/h

Sumber: Inovasi PLTDG Pesanggaran

Fluida termal yang digunakan sebagai media pendistribusian kalor adalah thermal oil. Thermal oil akan digunakan untuk memanasi berbagai komponen heat consumers seperti HFO tanks, separators, dan pipe trace heating. Proses pemakaian sendiri cenderung turun apabila pembangkit dibebani pada beban sepenuhnya [8]. Jadi otomatis setiap saat temperatur termal oil akan tetap dijaga konstan pada temperatur (190 °C) setelah proses pemanasan.

B. Kebutuhan Cost Preheater Thermal

Berdasarkan Tabel 2, terdiri dari 66 komponen peralatan yang menyusun preheater thermal dengan perhitungan biaya sekitar Rp 278.630.000,00, dan Rp 125.000.000,00 untuk biaya Jasa.

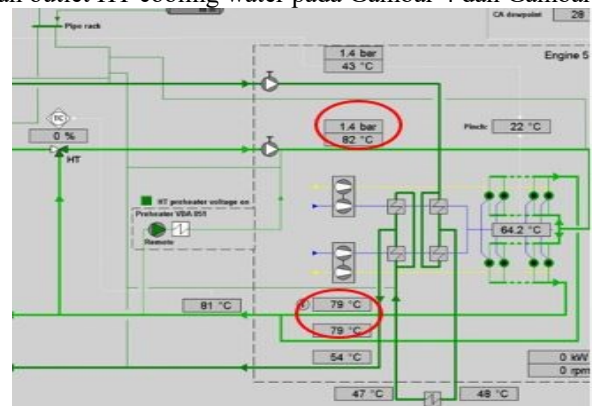
TABEL II
RENCANA ANGGARAN PERALATAN

No	Deskripsi	Sub Total	Remark
1	Persiapan dan Jasa	125,000,000	
2	Material	278,630,000	
Sub Total :		403,630,000	
PPn 10%		40,363,000	
Total setelah PPn:		443,993,000	

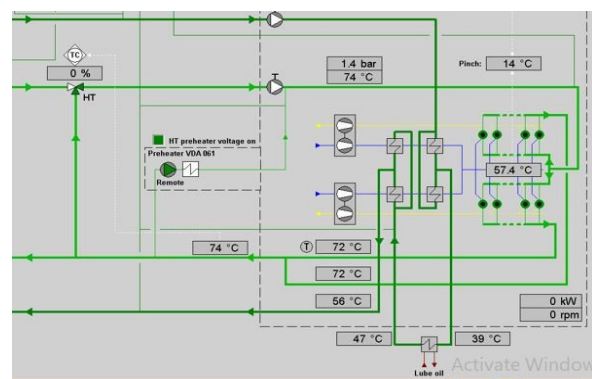
Sumber: Inovasi PLTDG Pesanggaran

C. Kesesuaian Parameter Preheater Electric-Thermal

Parameter yang didapat pada pengujian Preheater elektrik dan termal tidak jauh berbeda dari segi temperatur. Kesesuaian ini dilihat dari temperature inlet HT cooling water dan outlet HT cooling water pada Gambar 4 dan Gambar 5



Gbr. 4 Parameter Preheater Electric (Sumber: Dok. WOIS System PLTDG)



Gbr. 5 Parameter Preheater Thermal (Sumber: Dok. WOIS System PLTDG)

Dari temperatur yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5 bisa dikatakan penggunaan preheater Thermal daripada Elektrik tidak mengalami deviasi suhu yang terlalu jauh dan masih dalam range SOP (Standard Operating

Procedure) penggunaan preheater PLTDG yaitu pada suhu 70-85°C saat unit pembangkit kondisi standby.

D. Perhitungan Cost Daya Preheating

Kebutuhan daya (kWh) untuk preheating engine sangat bergantung pada jam operasi (running hour) engine. Saat engine beroperasi (running) otomatis preheating unit berada pada posisi OFF. Namun lain halnya ketika engine dalam keadaan standby, preheating unit akan dalam keadaan ON. Semakin lama suatu engine standby, maka akan semakin besar juga kebutuhan daya untuk proses preheating. Dengan pola operasi konsumsi natural gas 22 BBTU/day, tentu engine tidak akan running 24 jam sehari. Untuk dapat memprediksi rata-rata running hour engine PLTDG dalam sehari, terlebih dahulu diperlukan analisis pada data-data power dispatch dan natural gas consumption. Power dispatch yang dimaksud adalah daya (MW) yang rutin disuplai suatu engine saat beroperasi, sementara natural gas consumption maksudnya adalah jumlah massa (kg) natural gas yang dibutuhkan untuk mensuplai daya pada operasi rutin tersebut dalam setiap jamnya. Data-data tersebut dapat dilihat pada grafik-grafik pada Gambar 6.dan 7.

TABEL II

NILAI STATISTIK POWER DISPATCH DAN GAS CONSUMPTION ENGINE PLTDG

Nilai Statistik	Power Dispatch (MW)	Natural Gas Consumption (kg/hour)
AVERAGE	14,5	2455,7
RANGE	14,2-15,2	2395-2567
SPAN	1,0	171,7
DEVIASI	0,4	60,3

Sumber: Dok PLTG Pesanggaran

Natural gas yang menjadi bahan bakar engine PLTDG diperoleh melalui proses regasifikasi LNG (Liquified Natural Gas) dari lokasi terminal LNG di Pelabuhan Benoa. Berdasarkan hasil pemantauan dari proses operasi PLTDG Pesanggaran, karakteristik natural gas memiliki Gross Heating Value (GHV) pada nilai 52.565 BTU/kg.

Running hours PLTDG

$$\begin{aligned}
 \text{running hours} &= \frac{\text{total supply gas per day}}{\text{GHV} \times (12 \times \text{gas consumption}_{\text{each engine}})} \\
 &= \frac{22 \text{ BBTU}}{0,052565 \text{ MMBTU/kg} \times (12 \times 2455,7 \text{ kg/hour})} \\
 &= 14,2 \text{ hours/day}
 \end{aligned}$$

Standby hours PLTDG

$$\begin{aligned}
 \text{standby hours} &= 24 \text{ hours/day} - \text{running hours} \\
 &= (24 - 14,2) \text{ hours/day} \\
 &= 9,8 \text{ hours/day}
 \end{aligned}$$

Total standby hours seluruh engine PLTDG

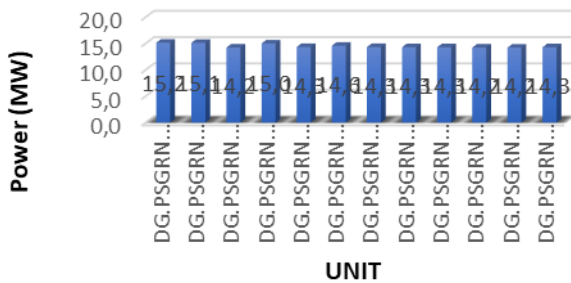
$$\begin{aligned}
 \text{total standby hours} &= 12 \times \text{standby hours}_{\text{each engine}} \\
 &= 12 \times 9,8 \text{ hours} \\
 &= 117,6 \text{ hours/day}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa dengan pola operasi PLTDG konsumsi bahan bakar natural gas 22 BBTU/day, total standby hours yaitu sekitar 117,6 hours/day. Hal ini setara dengan konfigurasi 7 engine running dan 5 engine standby untuk operasi kontinyu dalam setiap harinya.

Total kebutuhan daya preheating engine

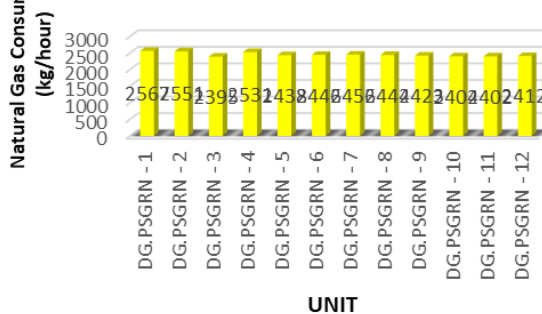
$$\begin{aligned}
 P_{\text{preheating}} &= \text{total standby hours} \times \text{power preheater}_{\text{each unit}} \\
 &= 117,6 \text{ hours/day} \times 108 \text{ kW} \\
 &= 117,6 \text{ hours/day} \times 108 \text{ kW} \\
 &= 12700 \text{ kWh/day} \\
 &= 12,7 \text{ MWh/day}
 \end{aligned}$$

Routine Power Dispatch



Gbr. 6 Grafik Power dispatch rutin engine PLTDG (Sumber: Dok. WOIS System PLTDG)

Natural Gas Consumption (based on power dispatch on figure 3.1)



Gbr. 7 Konsumsi Natural Gas Engine PLTDG (Sumber: Dok. WOIS System PLTDG)

Berdasarkan harga PS listrik PLTDG Pesanggaran berdasarkan Perdir No 0283.P/DIR/2016 bahwa harga PS adalah 1.5 x tarif pelayanan khusus yaitu sebesar Rp.1650/kWh, maka kita dapat menentukan manfaat penggunaan heat exchanger ini.

(Preheater Thermal D8) Total daya kebutuhan preheating engine per 1 unit engine dengan asumsi rata-rata unit stand by selama 9.8 Jam/hari dengan daya preheater electric sebesar 108 kW sehingga rata-rata pemakaian Energi Preheater Electric perhari sebesar 1.058,33 kWh/hari.

Maka keuntungan yang diperoleh dalam sehari yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Revenue} &= 1058,3 \text{ kWh/day} \times \text{Rp } 1650, - / \text{kWh} \\ &= \text{Rp } 1.746.195, - / \text{day} \\ &= \text{Rp } 637.361.175, - / \text{years} \end{aligned}$$

Break Even Point

Break even point merupakan titik dimana total biaya (cost) sama dengan total keuntungan (revenue).

Rumus BEP unit:

$$\frac{\text{biaya tetap}}{\text{harga penghematan (jual)/unit} - \text{Biaya variabel/unit}}$$

$$\text{Rumus BEP Rupiah: } \frac{\text{biaya tetap}}{1 - \frac{\text{biaya variabel}}{\text{harga jual unit}}}$$

$$\begin{aligned} \text{BEP unit} &= \frac{278.630.000}{637.361.175 - 125.000.000} \\ &= 0.487 \text{ years} = 178 \text{ days} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BEP Rupiah} &= \frac{278.630.000}{1 - \frac{125.000.000}{637.361.175}} \\ &= \frac{278.630.000}{0,804} \\ &= \text{Rp } 346.554.726 \end{aligned}$$

Jadi BEP yang dihasilkan yaitu BEP Rupiah sebesar Rp 346.554.726 dan BEP unit 178 days.

V. KESIMPULAN (PENUTUP)

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa pada bab sebelumnya, diperoleh beberapa kesimpulan, diantaranya:

1. Pengujian *Preheater Thermal* di PLTDG Blok 3 Unit 08 menghasilkan parameter yang tidak jauh berbeda yakni pada kisaran 74°C (inlet engine), dan 72°C pada outletnya, yang tidak jauh berbeda dan masih dalam range batas SOP (*Standart Operating Procedure*).
2. Dari analisa dan pengujian optimalisasi pembangkit dengan switching preheater elektrik ke auto thermal, dapat meningkatkan nilai efisiensi pembangkit yaitu pada sektor penggunaan PS (*Power Supply*). Daya yang

berhasil dihemat berdasarkan perhitungan dari nilai penyerapan Gas PLTDG 22 BBTUD sebesar 12.7 MWh/day.

3. Selain dapat meningkatkan kehandalan dan efisiensi pembangkit pada unit pembangkit PLTDG Pesanggaran, dapat memberikan BEP (*Break Event Point*) rupiah sebesar Rp 346.554.726,00 dan BEP unit dalam masa waktu 178 hari.

REFERENSI

- [1] *Manual Instructions PLTDG*, (Wartsila), PT. INDONESIA POWER BALI, Power Generation Unit. Pesanggaran, 2013.
- [2] Daya Tahan Tinggi Silinder. Daihatsu. 2021. Available : <https://daihatsu.co.id/tips-and-event/tips-sahabat/detail-content/punya-daya-tahan-tinggi-ini-5-fungsi-utama-silinder-head/>
- [3] PT. INDONESIA POWER BALI PGU. Forum Karya Inovasi Optimalisasi Pemanfaatan Gas Buang PLTDG Pesanggaran, 2021.
- [4] Sistem Pengambilan Daya PS Pembangkit. 2018. https://www.academia.edu/37671011/analisis_perencanaan_pemeliharaan_standby_startup_transformer_sst_dan_unit_auxiliary_transformer_u_at_di_pltu_mabar_elektrindo.
- [5] Anagra, Frani. 2020 . *Audit Energi dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi Listrik PLTU Banten 3*. PLTU Banten 3 Lontar

