

Optimasi Manajemen Energi Bangunan Dengan Metode *Reinforcement Learning* Untuk Meningkatkan Swakonsumsi Fotovoltaik



Yumna Puspita (23321302) | Pembimbing 1: Dr.-Ing. Justin Pradipta, S.T., M.T. | Pembimbing 2: Faqihza Mukhlis, S.T., M.T., Ph.D.

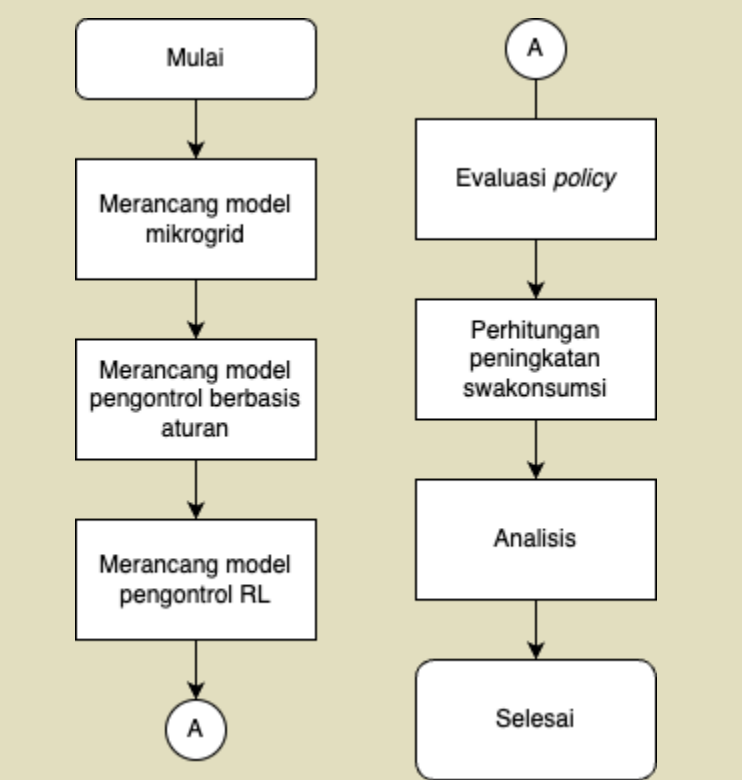
Latar Belakang

Pemanasan global mendorong transisi energi dari energi konvensional ke energi baru terbarukan. Salah satu sumber EBT yang umum digunakan adalah energi surya, terutama dalam bentuk microgrid yang terpasang secara on-grid pada bangunan. Namun, produksi energi surya bersifat *intermittent* dan dapat mempengaruhi keandalan listrik jala-jala [1]. Sementara itu, dari sisi permintaan pada bangunan universitas, pola pemakaian listrik bersifat kompleks dan dinamis [2]. Hal ini bisa dihindari dengan menggunakan manajemen sistem energi bangunan, salah satunya dengan meningkatkan swakonsumsi (SC) atau jumlah produksi listrik dari PLTS yang langsung digunakan oleh konsumen. Swakonsumsi ditingkatkan salah satunya dengan penggunaan SBPE. Untuk bisa memaksimalkan peningkatan SC,, dibuat pengontrol pada tingkat kontrol tersier untuk mengatur manajemen *charging* dan *discharging* yang memiliki sifat adaptif, salah satunya *Reinforcement Learning* (RL).

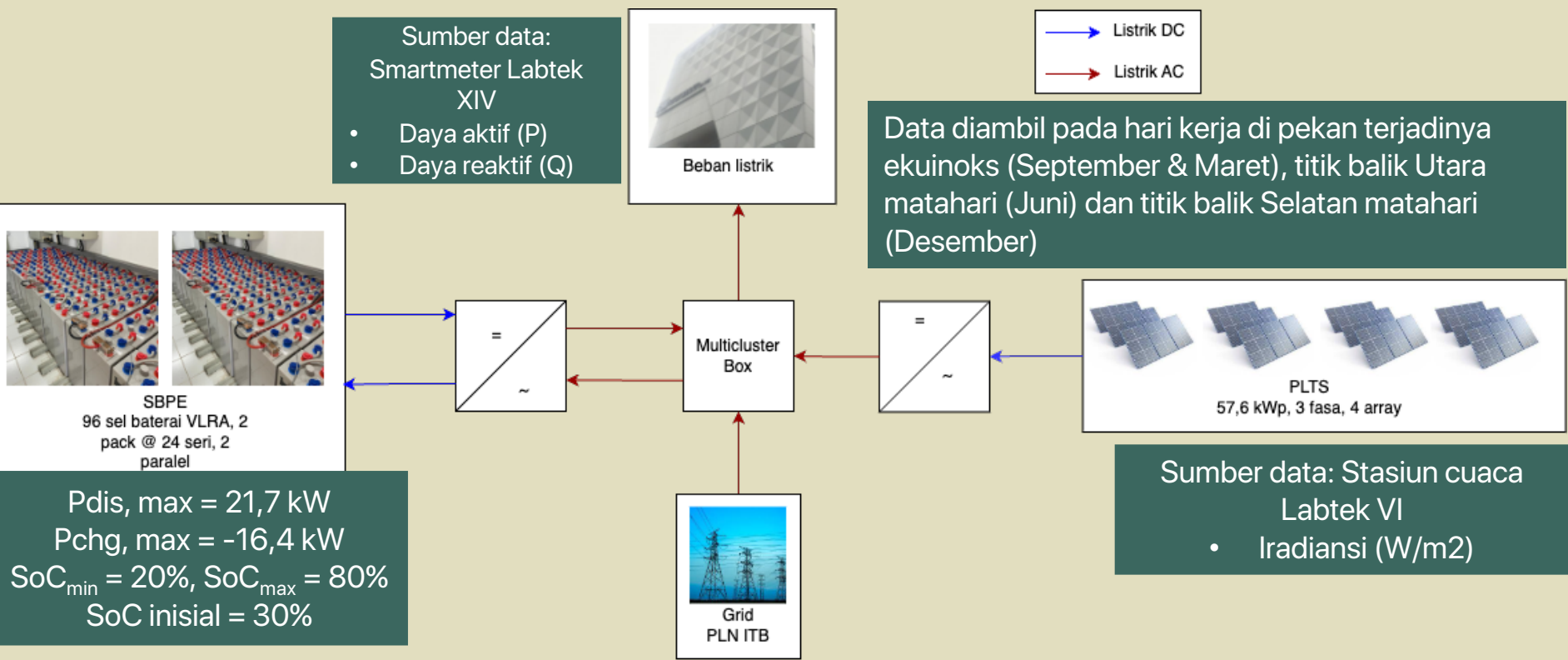
Permasalahan dan Tujuan

- Permasalahan dari penelitian ini adalah:
- Bagaimana desain dari pengontrol *Reinforcement Learning* untuk penjadwalan SBPE?
 - Bagaimana pengaruh dari pengontrol manajemen energi pada swakonsumsi PV?
- Tujuan dari penelitian ini adalah:
- Mengembangkan desain dan peranan dari pengontrol yang tepat sesuai dengan dinamika bangunan universitas.
 - Mengevaluasi nilai swakonsumsi sebelum dan setelah pengontrol diaplikasikan.

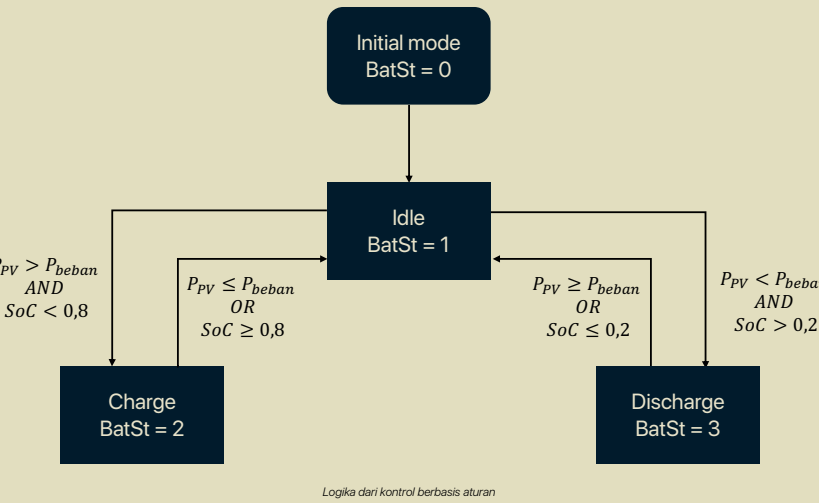
Metodologi Penelitian



Model Mikrogrid



Model Pengontrol Berbasis Aturan (RBC)



Persamaan reward RL

$$R = r_1 + r_2 + 3r_3$$
$$r_1 = \begin{cases} 0, & P_{beban} - P_{PV} \neq 0 \text{ dan } P_{SBPE} = 0 \\ 1, & \text{else} \end{cases}$$
$$r_2 = \begin{cases} 1, & SoC_{min} \leq SoC_t \leq SoC_{max} \\ 0, & SoC_t > SoC_{max} \text{ atau } SoC_t < SoC_{min} \end{cases}$$
$$r_3 = \begin{cases} 1, & P_{PV} > P_{beban} \text{ dan } P_{SBPE} < 0 \\ 1, & P_{PV} < P_{beban} \text{ dan } P_{SBPE} > 0 \\ 1, & P_{PV} = P_{beban} \text{ dan } P_{SBPE} = 0 \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

Pemilihan Nilai Learning Rate RL

Komponen	Nilai 1	Nilai 2
Actor	0,0001	0,001
Critic	0,0001	0,0001

Komponen Reinforcement Learning

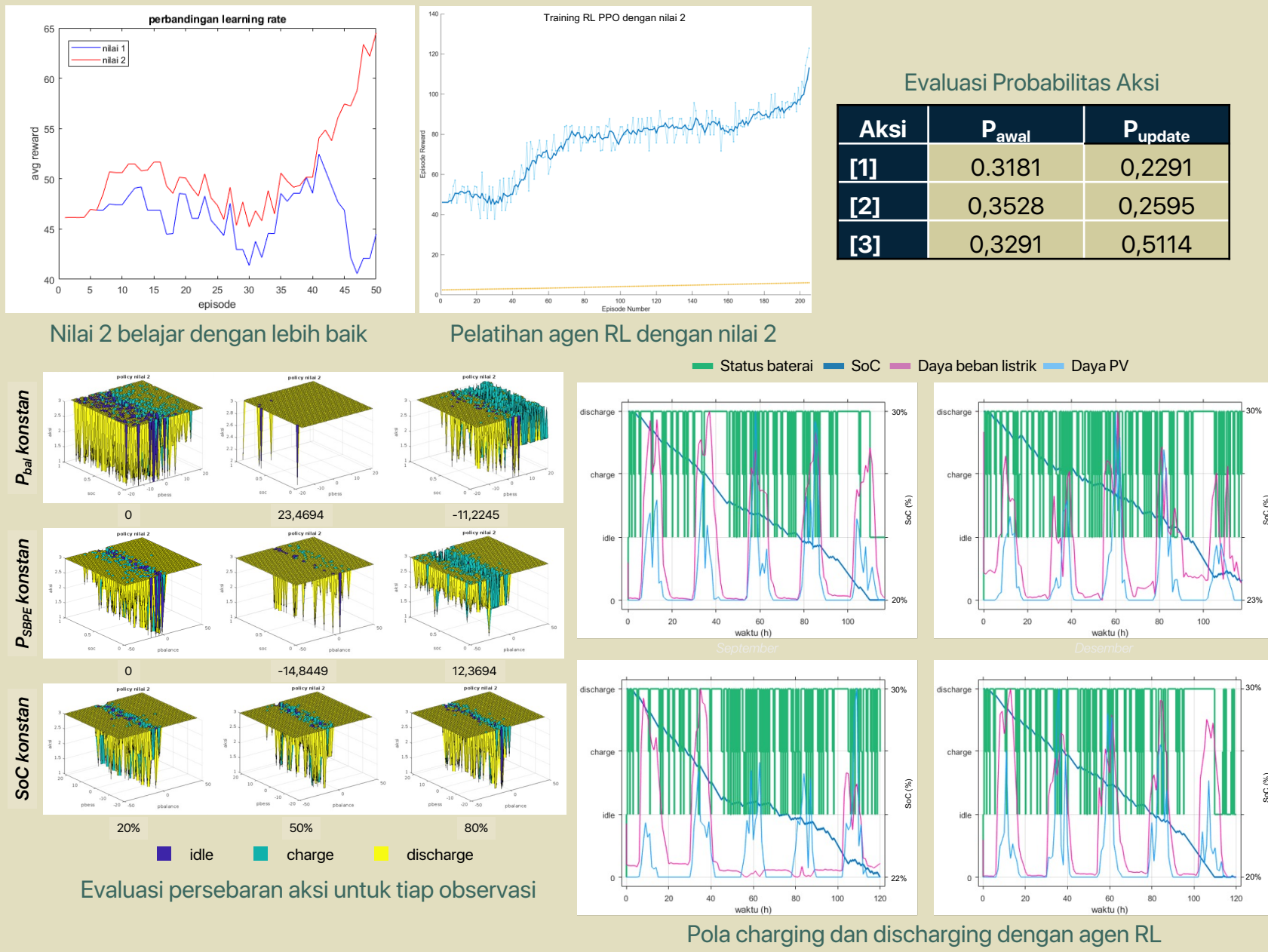
Komponen	Item
Agen	BMS (Pengontrol charge-discharge)
Observasi	- Kesetimbangan daya (P_{bal}) $P_{bat} = P_{beban} - (P_{PV} + P_{SBPE})$ - Daya SBPE (P_{SBPE}) - State of Charge SBPE (SoC)
Aksi	- Idle [1] - Charge [2] - Discharge [3]
ResetFcn	Reset SoC inisial

Hyperparameter RL

Algoritma pembelajaran yang digunakan: Proximal Policy Optimization (PPO) yang bersifat model-free, on-policy dan berbasis aktor-kritik

Agent	Training		
Experience Horizon	512	Max Episodes (N)	500
MiniBatchSize	32	Max Steps Per Episode	30
Discount Factor (γ)	0.99	Stop Training Criteria	"MaxReward"
Clip Factor (ϵ)	0.2000	Stop Training Value	120
Num Epoch	3	Verbose	0
Sample Time	0,5		

Hasil Pelatihan



Waktu	SC w/o SBPE [%]	SC RBC [%]	Δ SC RBC [%]	SC RL [%]	Δ SC RL [%]
Sept	95,94	99,97	4,03	98,36	2,42
Des	44,27	86,05	43,46	53,96	9,69
Mar	50,76	92,08	41,32	67,46	16,70
Jun	87,25	99,00	11,75	93,19	5,94

Waktu	SoC min RBC [%]	SoC max RBC [%]	SoC min RL [%]	SoC max RL [%]
Sept	20,0	30,0	20,0	30,0
Dec	23,0	30,0	23,0	30,0
Mar	20,0	30,0	22,0	30,0
Jun	20,0	30,0	20,0	30,0

Kesimpulan

Telah dibuat suatu agen RL dengan algoritma pembelajaran PPO yang menggunakan pendekatan fungsi aktor dan kritik yang mengoptimasi manajemen *charge* dan *discharge* SBPE, dimana:

Hyperparameter dengan hasil pelatihan terbaik menggunakan **nilai learning rate** aktor sebesar 0,001 dan kritik sebesar 0,0001.

Pengontrol berbasis **aturan** Rentang peningkatan 4,03% - 41,78%, namun mencapai DoD_{max} pada bulan September, Maret, dan Juni.

RL PPO Rentang peningkatan 2,42% - 16,7% dan menangani permasalahan kesehatan SBPE dengan lebih baik dengan DoD_{max} hanya pada bulan September dan Juni.