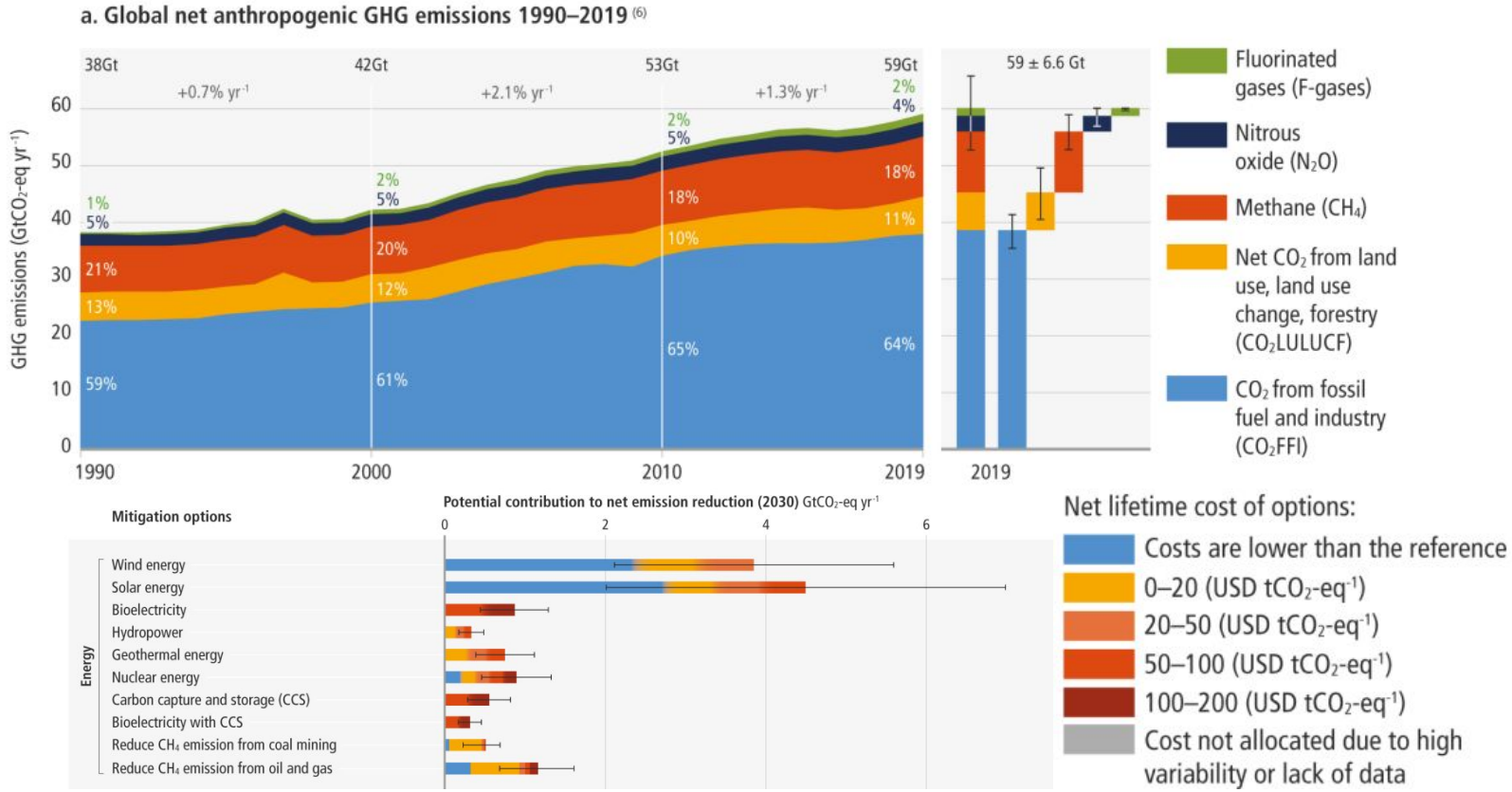
IESR
Institute for Essential Services Reform

Analisis biaya pembangkitan listrik PLTU dengan berbagai skenario biaya dan teknologi dekarbonisasi

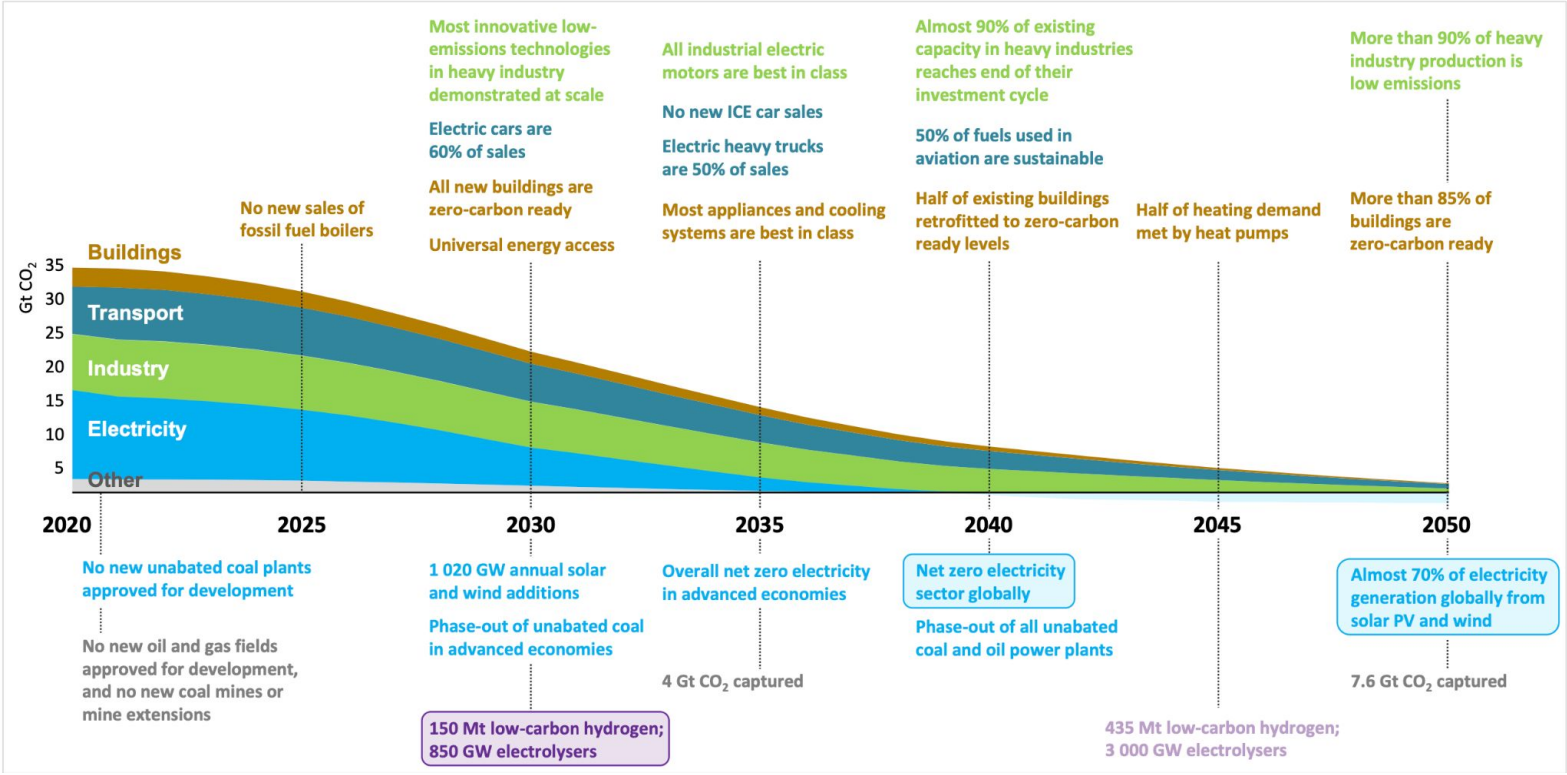
Deon Arinaldo
Institute for Essential Services Reform
30 Juni 2022

Urgensi krisis iklim mendesak implementasi cepat opsi mitigasi emisi gas rumah kaca. Energi terbarukan dan transisi energi sebagai *low hanging fruit*.



Sumber: IPCC AR6 WG3 report

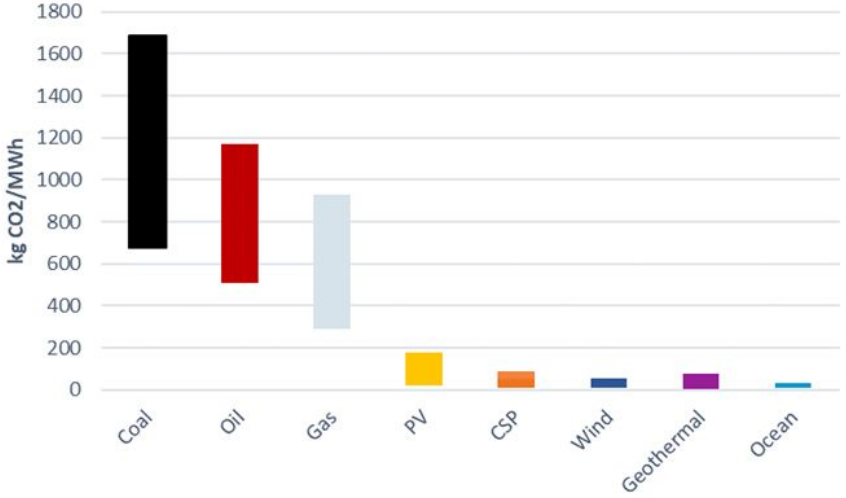
Jalan menuju net-zero emissions mengharuskan transformasi dari sistem energi global



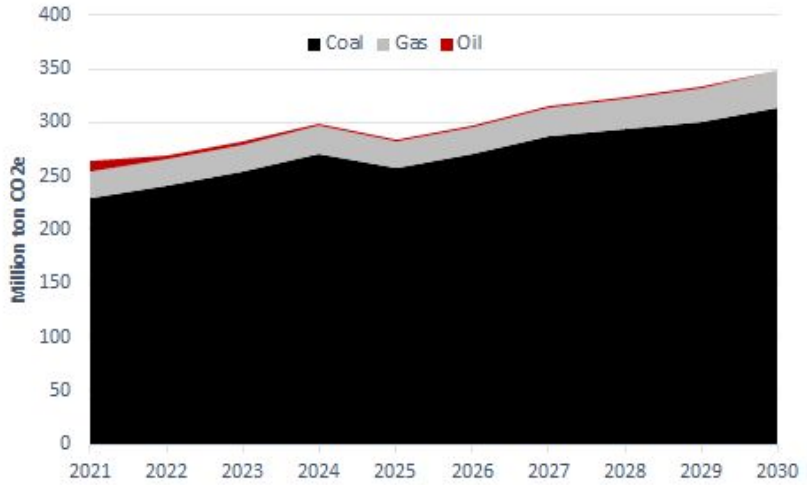
Sumber: IEA(2022)

Di sektor ketenagalistrikan, emisi gas rumah kaca PLTU merupakan yang terbesar dengan kisaran emisi di Indonesia mencapai antara 800-1200 $kgCO_2e/MWh$

Kisaran emisi daur hidup (*life cycle emission*) per jenis pembangkit



Emisi langsung sektor kelistrikan Indonesia

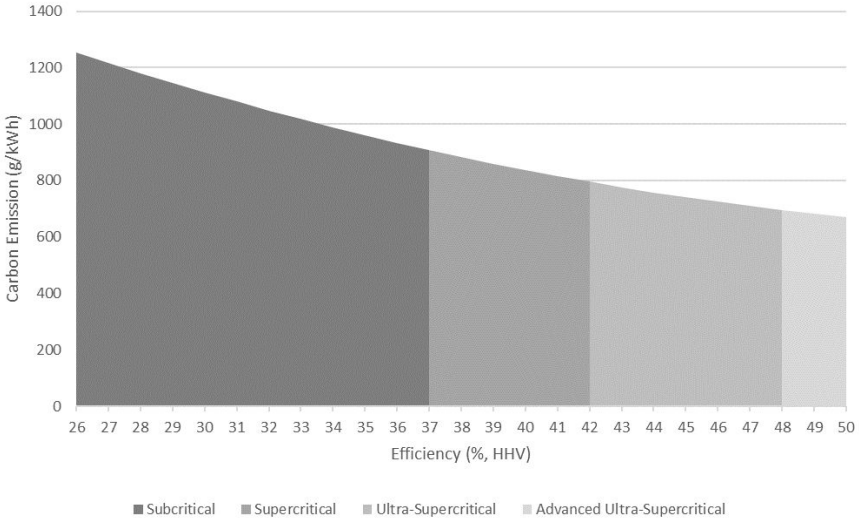


- Emisi GRK PLTU merupakan yang terbesar. Penggantian PLTU dengan energi terbarukan akan menyumbang mitigasi emisi yang masif
- 90% emisi sektor kelistrikan dari PLTU batubara. Sektor kelistrikan menyumbang ~43% total emisi sektor energi.
- Kisaran emisi langsung PLTU di Indonesia adalah 800-1200 $kgCO_2e/MWh$ (dari pilot project PLTU)

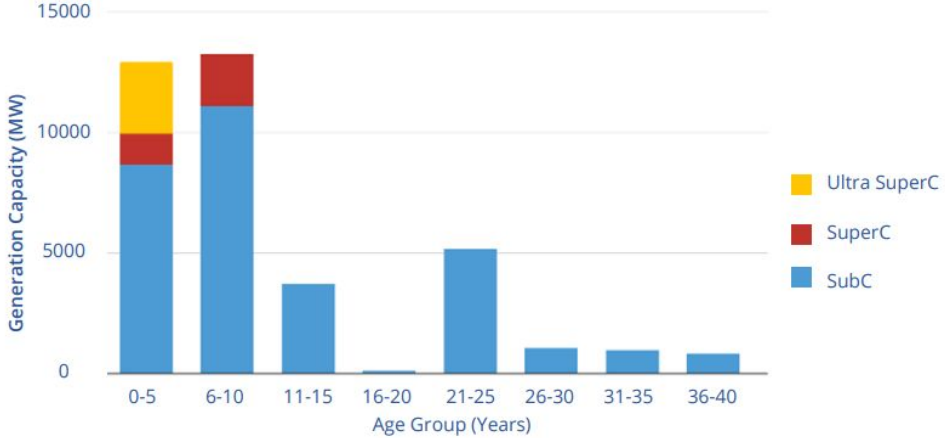
Sumber: Bruckner et al 2014; PLN 2021

Clean coal technology hanya sedikit mengurangi emisi gas rumah kaca, penerapan teknologi terbaik PLTU tetap memberikan emisi per kWh yang besar

Emisi PLTU dari berbagai *clean coal technology*



Distribusi kapasitas terpasang PLTU Indonesia berdasarkan jenis teknologi

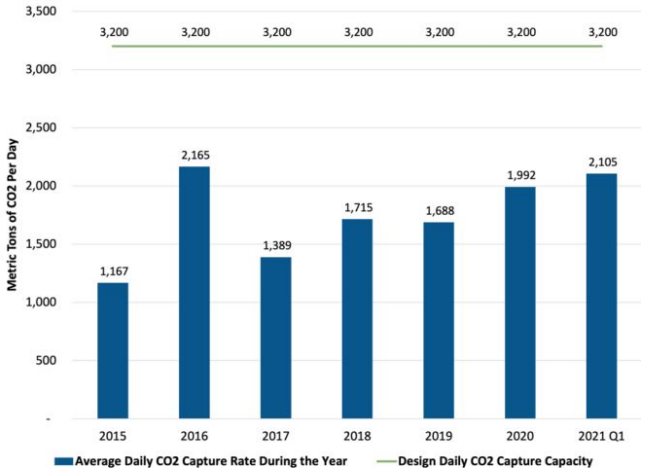


- PLTU Indonesia berumur muda dan didominasi PLTU *subcritical* dengan efisiensi ~26-32%
- Penggunaan teknologi *ultrasupercritical* terbaik tetap menghasilkan emisi langsung >700 $kgCO_2e/MWh$

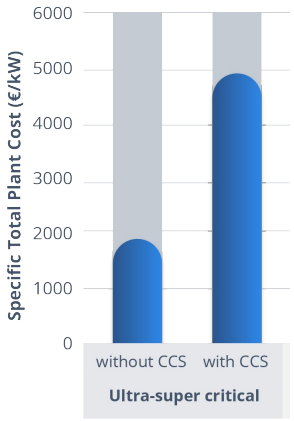
Sumber: Barnes 2014; IESR Flexible Thermal Power Plant 2022

Kesuksesan dari implementasi CCS di PLTU masih perlu diuji, biaya implementasi yang mahal menjadi hambatan

***Carbon Capture* aktual vs target dari PLTU Boundary Dam (115 MW) di Kanada**



Perkiraan biaya investasi PLTU USC dengan dan tanpa CCS



Dampak operasi CCS teoritis pada efisiensi dan emisi dari PLTU

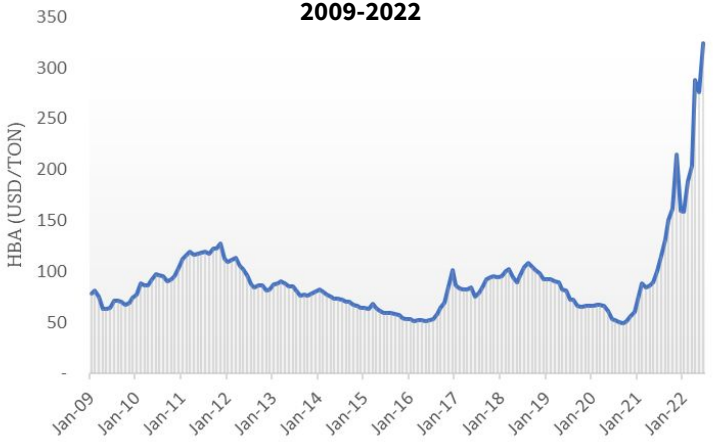
Parameter	Unit	Supercritical Coal Plant			
		Without CCS	with amine-based CCS	with ammonia-based CCS	with CaL-based CCS
Power					
Coal flow rate	ton/hour	156.7	198.4	156.7	216.7
Gross power	MWe	502.3	541.3	449.7	649.6
Auxiliary power consumption	MWe	27.5	65.7	65.2	105.4
Net Power	MWe	474.9	475.6	384.6	544.2
Net Efficiency	%	43.3	34.3	35.1	35.9
Carbon Capture Performance					
Carbon Capture Rate	%	0.0	90.5	85.0	92.7
Specific carbon emission	kg/MWh	800.6	86.8	140.0	69.9
Total lifecycle emission	kg CO2-e/MWh	970.4	495.9	500.8	402.2

- Dua PLTU dengan CCS yang sudah beroperasi PetraNova dan Boundary Dam belum dapat menangkap karbon seperti desain awal
- Investasi CCS untuk PLTU mahal, tingkat keberhasilan yang masih rendah menambah risiko investasi
- Walaupun proyek CCS berhasil, emisi daur hidup masih tergolong besar akibat kenaikan penggunaan batubara

Sumber: IEEFA 2021; Pettinau et al. (2017); Petrescu et al (2017)

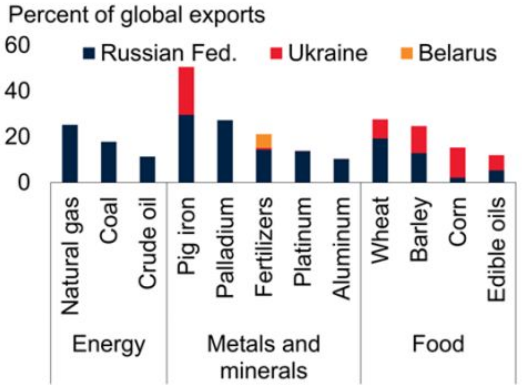
Boom & Bust: Harga batubara acuan (HBA) mencapai puncak tertinggi (nominal) pada Juni 2022 di USD 324/ton dan titik terendah pada September 2020 di USD 49/ton

Harga Batubara Acuan Indonesia (nominal) 2009-2022



Harga batubara (real) 1970-2022

Pasar komoditas dari Rusia dan Ukraina

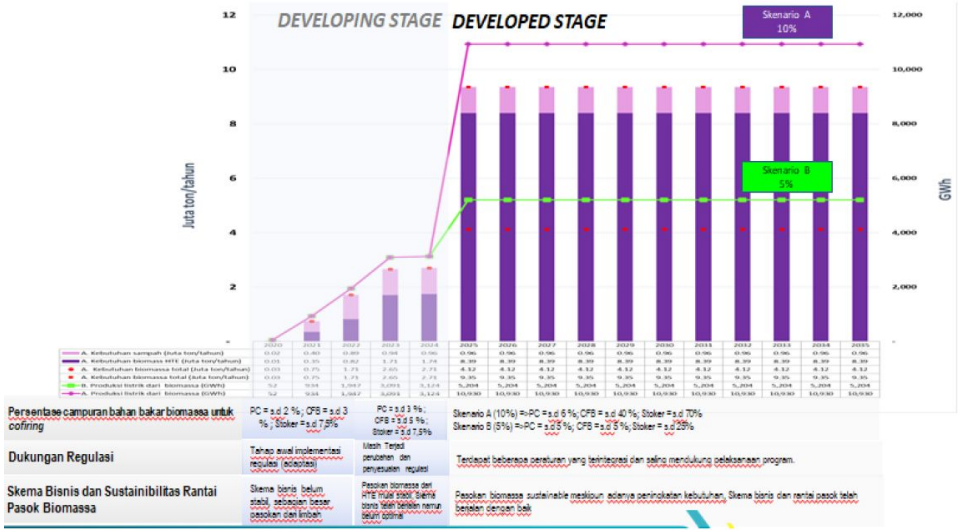


- Siklus *boom & bust* terus terjadi dengan berbagai faktor terutama faktor eksternal
- Siklus *boom* saat ini dipengaruhi *rebound* dari level konsumsi energi, ditambah perang Rusia-Ukraina yang berujung disrupsi produksi dan sanksi dagan
- *Forecast* harga dari WB memperkirakan nilai harga komoditas akan menurun perlahan di level 150 USD/ton sampai tahun 2024
- *Forecast* jangka panjang tetap menurun dengan dorongan *phase-out* PLTU global
- Kebijakan DMO "melindungi" harga pasokan ke PLTU domestik

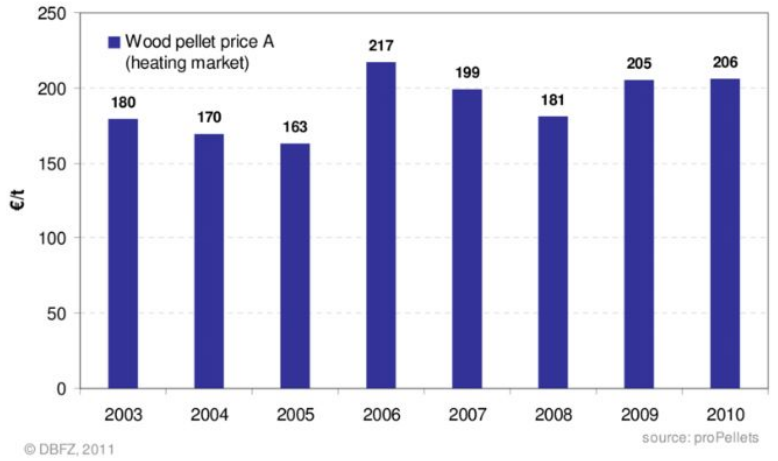
Sumber: PLN 2021; KESDM 2022; World Bank 2022

Co-firing biomassa perlu pertimbangan dari segi *sustainability* suplai, risiko komoditas, dan juga dampak pada biaya operasi PLTU

Rencana co-firing biomassa di RUPTL 2021-2030



Kisaran harga wood pellet



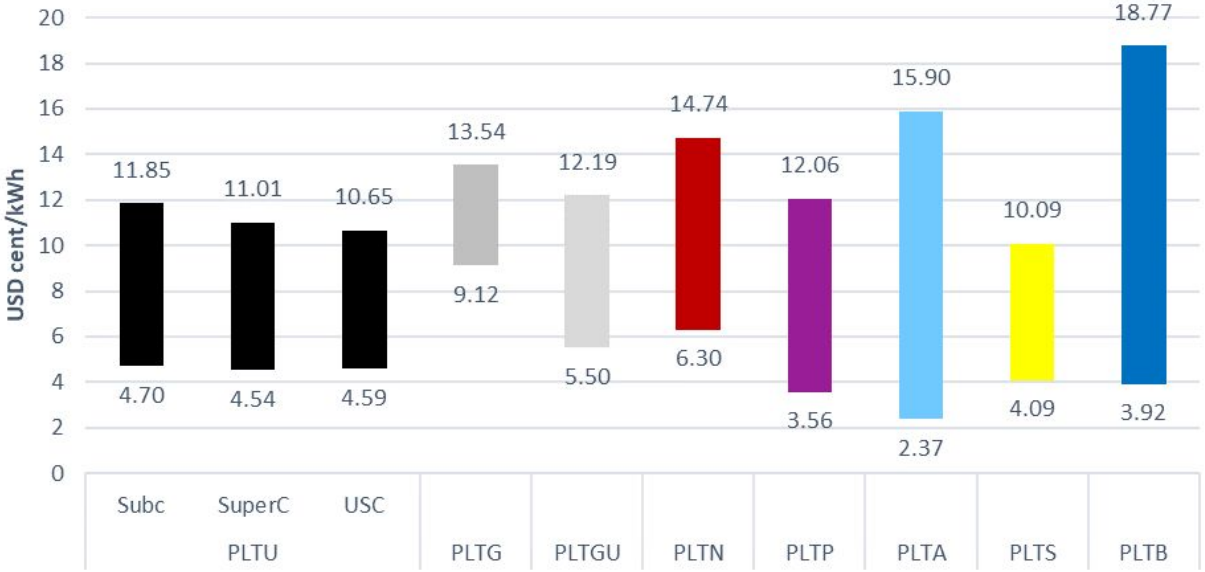
- Bauran biomassa direncanakan bisa meningkat bahkan sampai 25% & 70% (untuk boiler tipe stoker)
- Penggunaan biomassa dengan mix yang lebih besar berpotensi mengurangi efisiensi dan juga menambah konsumsi batubara. Tipe biomassa yang digunakan menjadi penting
- Perlu antisipasi risiko komoditas tambahan dari perubahan harga biomassa

Sumber: PLN 2021; proPellets 2011

Berapa kisaran biaya pembangkitan PLTU dengan berbagai opsi dekarbonisasi?

Kisaran LCOE berbagai pembangkit skala utilitas di Indonesia sudah kompetitif dan komparabel satu dengan lainnya

Kisaran minimum dan maximum Levelized Cost of Electricity (LCOE) Indonesia tahun 2020

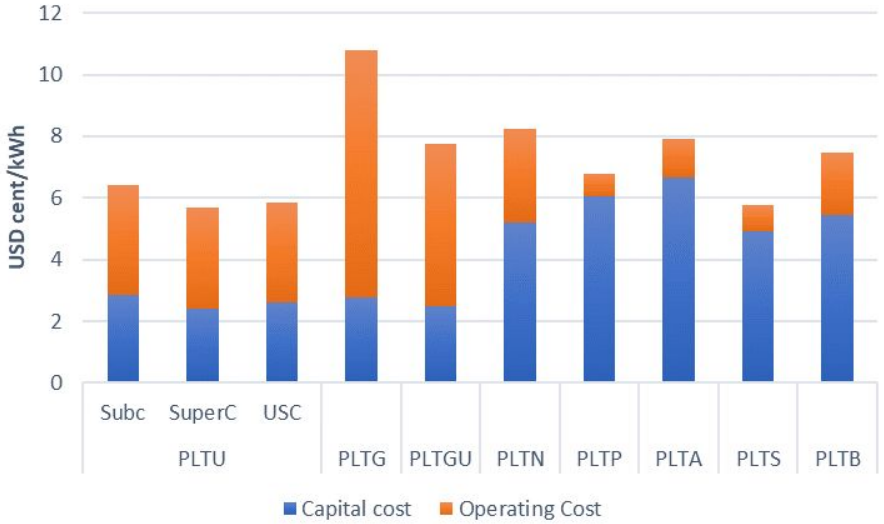


- Kisaran LCOE dari pembangkit listrik menunjukkan nilai yang sudah makin kompetitif untuk tiap jenis pembangkit.
- Harga bahan bakar (batubara dan gas) merujuk ke harga DMO
- Nilai rendah/*low* merujuk pada kasus terbaik yang mungkin ada di Indonesia (biaya investasi rendah, biaya bahan bakar rendah, sumber daya terbaik, masa pakai/*lifetime* terlama) dan sebaliknya untuk nilai tertinggi/*high*
- Semua harga memperhitungkan biaya investasi dan operasi diratakan selama umur pakai/*lifetime*

Sumber: LCOE tool IESR (segera terbit)

Biaya pembangkit thermal dengan bahan bakar fosil sangat bergantung pada biaya operasi (gabungan biaya O&M dan bahan bakar)

Nilai Rekomendasi Levelized Cost of Electricity (LCOE) Indonesia tahun 2020

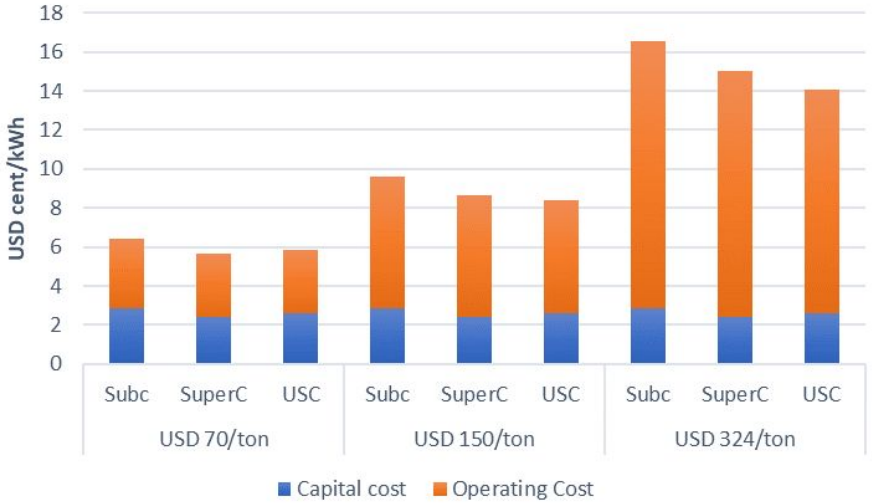


- Kisaran LCOE pembangkit termal sangat bergantung pada operasi sedangkan pembangkit energi terbarukan sangat besar di biaya investasi awal
- Biaya operasi dapat berfluktuasi (terutama dari biaya bahan bakar), namun di Indonesia dilindungi dengan kebijakan *price cap* batubara di USD 70/ton dan gas di USD 6/mmbtu di *plant gate*
- Biaya investasi energi terbarukan memberikan tren penurunan harga yang lebih dapat diprediksi

Sumber: LCOE tool IESR (segera terbit)

Price cap DMO batubara menciptakan lapang tanding yang tidak seimbang untuk energi terbarukan

Nilai Rekomendasi Levelized Cost of Electricity (LCOE) PLTU dengan berbagai harga batubara 2020

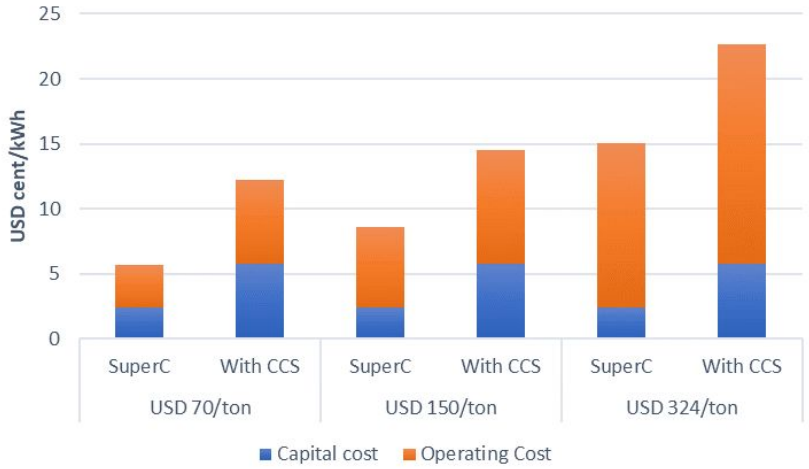


- Tanpa kebijakan DMO, harga pembangkitan listrik dari PLTU batubara dapat mencapai 14-16 cent/kWh jika harga batubara 324 USD/ton, termahal diantara pembangkit lainnya

Sumber: LCOE tool IESR (segera terbit)

Sebagai opsi dekarbonisasi, penggunaan CCS pada PLTU berisiko dan mahal

Nilai Rekomendasi Levelized Cost of Electricity (LCOE) Indonesia dengan CCS dan berbagai harga batubara 2020

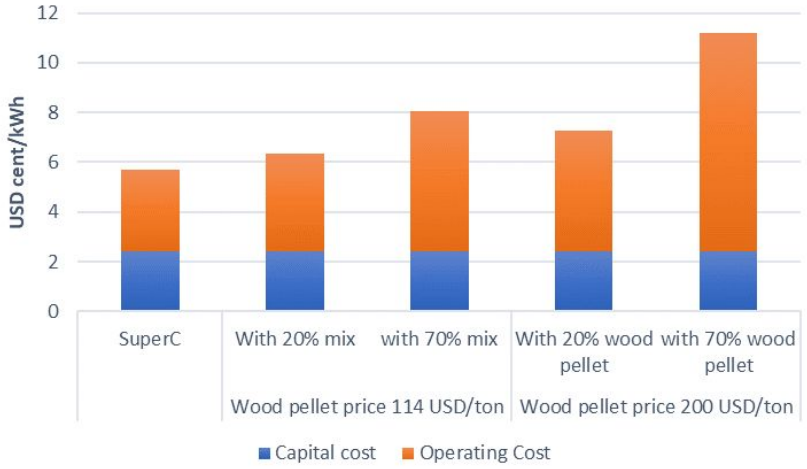


- Penggunaan CCS akan menambah biaya investasi awal (minimal untuk menara *capture* dan kompresor karbon), sehingga akan sangat mahal.
- Derating dari CCS juga membuat PLTU lebih boros konsumsi batubara per kWh

Sumber: LCOE tool IESR (segera terbit)

Co-firing biomassa akan mengurangi emisi sesuai dengan besaran mix biomassanya, namun resiko perubahan biaya jadi makin besar

Nilai Rekomendasi Levelized Cost of Electricity (LCOE) Indonesia dengan berbagai bauran dan harga biomassa

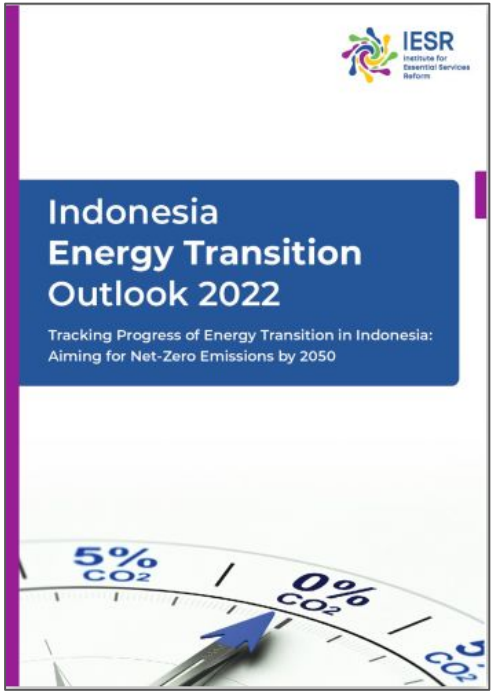


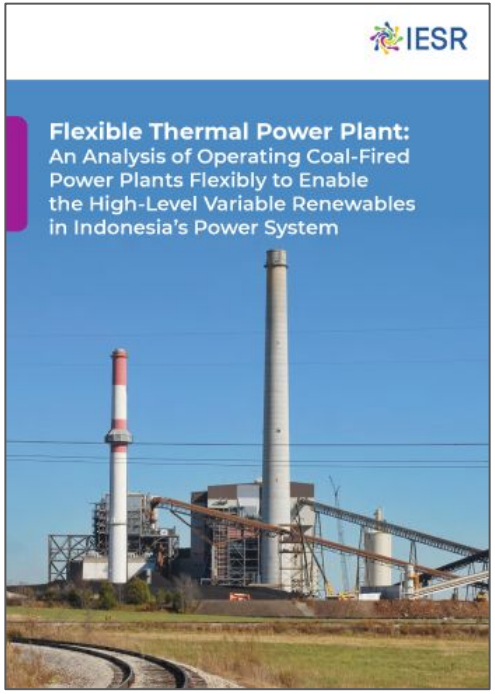
- Hitungan disini lebih konservatif karena tidak mempertimbangkan ada tambahan biaya investasi dan juga penurunan efisiensi
- Dengan harga batubara tetap USD 70/ton dan harga biomassa bervariasi, kecenderungan biaya PLTU tetap meningkat
- Keekonomian co-firing akan bergantung pada relatif harga batubara, biomassa dan juga alternatif energi terbarukan

Sumber: LCOE tool IESR (segera terbit)

Rangkuman dan poin diskusi

- Dalam upaya dekarbonisasi terutama di sektor energi, utamakan opsi yang sudah ***proven*** dengan biaya kompetitif
- Kebijakan DMO menciptakan *unlevel playing field*, mengaburkan biaya pembangkitan listrik sebenarnya dan membuat PLTU dianggap murah.
- Pelepasan DMO ke harga pasar tetap mempertimbangkan dampak pada biaya listrik
- Perlu ada mekanisme untuk bisa memanfaatkan *windfall* dari kondisi batubara saat ini untuk transisi energi dan dekarbonisasi
- Pertimbangan biaya eksternalitas seperti penerapan pajak karbon juga perlu diterapkan untuk memberikan sinyal yang jelas dalam dekarbonisasi. Lebih lanjut, jika dibutuhkan pajak karbon yang tinggi (USD 50-100 per ton CO_2) agar CCS atau co-firing biomassa bisa ekonomis, maka energi terbarukan sudah bisa memberikan manfaat dekarbonisasi yang sama tanpa pajak karbon





Segera terbit

Levelized Cost of Electricity

LCOE Indonesia

IESR
Institute for Essential Services Reform

Terima Kasih

Accelerating Low Carbon Energy Transition

www.iesr.or.id
iesr.id
iesr.id
IESR
iesr