

## Kontibusi Percepatan *Net Zero Emission* Dengan Pendekatan Strategis Peningkatan Efisiensi Pengelolaan Pembangkit Listrik Melalui Keunggulan Operasional

M Ahsin Sidqi<sup>1\*)</sup>; Andi Makkulau<sup>2</sup>; M Rizal Oktavian<sup>3</sup>

1. Fakultas Teknologi dan Bisnis Energi

2. Fakultas Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan

3. Sekolah Pascasarjana, Institut Teknologi PLN, Menara PLN, Jl. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, Jakarta Barat, DKI Jakarta 11750 Indonesia

<sup>\*)</sup>Email: [ahsin@itpln.ac.id](mailto:ahsin@itpln.ac.id)

Received: 19 Juni 2024 | Accepted: 12 September 2024 | Published: 12 September 2024

### ABSTRACT

*Net Zero Emission (NZE) has become a global agreement that is binding on every country throughout the world. The energy transition as a step towards NZE is carried out with many strategies and one of them is the generator efficiency program which is currently operating. In developed countries, the efficiency of generating plants and the efficiency of the consumer sector, especially industry and industry, has increased. other large consumers can increase electricity power and reduce emissions. Comprehensive approach Sustainable efficiency in managing power plants with steps (1) Technological Capability; (2) Systems & Policies (2). Employee Awareness & Skills. In this paper we examine strategic approaches and programs to increase efficiency by increasing the output of electrical power, reducing carbon emissions and waste with minimal costs and increasing competency (knowledge, skills and attitudes) in the field of efficiency and becoming the basic character of electric power generation companies. in accelerating NZE.*

**Keywords:** *Net zero emissions (NZE), Efficiency, Technology Capability, Employee Awareness & Skills, efficiency academy*

### ABSTRAK

*Net Zero emission (NZE) telah menjadi kesepakatan global yang mengikat pada setiap negara diseluruh dunia. Transisi energi sebagai Langkah menuju NZE dilakukan dengan banyak strategi dan salah satunya adalah dengan program efisiensi pembangkit yang telah beroperasi saat ini. Di negara-negara maju eningkatan efisiensi pembangkit dan efisiensi sektor konsumen, khususnya kalangan industri dan industri. konsumen lainnya yang besar dapat meningkatkan daya Listrik dan menurunkan emisi. Pendekatan yang komprehensif Efisiensi berkelanjutan dalam pengelolaan pembangkit Listrik dengan langkah (1) Kemampuan Teknologi; (2) Sistem & Kebijakan (2). Kesadaran & Keterampilan Karyawan. Pada penelitian ini, dikaji pendekatan dan program stretegis untuk bisa meningkatkan efisiensi dengan output menambah daya Listrik, mengurangi emisi karbon dan limbah dengan biaya yang minimal dan akan terjadi peningkatan Kompetensi (Pengetahuan, Keterampilan dan Sikap) dalam bidang efisiensi dan menjadi karakter dasar perusahaan pembangkit tenaga Listrik dalam mempercepat NZE.*

**Kata kunci:** *Net zero emission (NZE), Efisiensi, Kapabilitas Teknologi, Kesadaran & skill Karyawan, akademi efisisesi*

## 1. PENDAHULUAN

Untuk mencapai emisi nol bersih atau *Net Zero Emission* (NZE) dan membatasi pemanasan global hingga 1,75 °C, negara-negara harus fokus pada transisi energi ekonomi, peningkatan efisiensi, dan kelestarian lingkungan (Blomberg, 2024). Efisiensi energi secara historis sangat penting dalam mengurangi emisi gas rumah kaca (Yang, W.C,2023) tetapi krisis iklim saat ini mengharuskan pergeseran menuju dekarbonisasi penuh dan adopsi sumber energi NZE seperti energi baru dan terbarukan (OECD, 2023). Kebijakan yang mempromosikan kebijakan penetapan harga karbon yang menarik, peningkatan efisiensi energi, investasi energi terbarukan, dan inisiatif hijau yang efisien sangat penting untuk transisi energi (Blomberg, 2024). Interoperabilitas (kemampuan aplikasi dan system untuk secara aman dan otomatis bertukar data tanpa ada batasan geopolitik dan organisasi) sistem energi, difasilitasi oleh data terbuka dan integrasi energi rendah karbon, memainkan peran kunci dalam mencapai NZE dalam jangka menengah (Wang, et al 2023). Dengan menerapkan langkah-langkah ketat seperti peningkatan efisiensi energi dan membatasi produksi bahan bakar fosil, emisi nol bersih / NZE pada tahun 2050 layak dilakukan, meskipun membutuhkan upaya yang signifikan dan penuh tantangan (Linholt, L 2023).

### 1.1 Kajian Pustaka

#### A. Pembangkit Listrik dalam Meningkatkan Efisiensi

Setiap pembangkit listrik harus memiliki strategi agar harga yang ditawarkan kepada pembeli tunggal (PLN) kompetitif dan dapat dilihat di *service level agreement* (SLA). Pembangkit dipilih oleh PLN jika memenuhi persyaratan antara lain (1) andal, (2) efisien, (3) harga lebih murah dan (4) *green* atau emisi CO<sub>2</sub> minimum (Diren PLN, 2011).

Efisiensi energi telah menjadi aspek penting dalam beberapa tahun terakhir karena meningkatnya kepedulian terhadap lingkungan dan kenaikan harga energi. Ini adalah aspek kunci untuk memiliki bisnis yang kompetitif, dan hal ini dapat ditingkatkan dengan revolusi Industri 4.0 (DivOp, Regsum 2016).

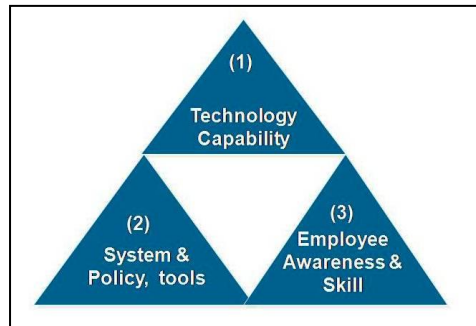
Dalam perjanjian tingkat Layanan atau *service level agreement* (SLA) isu utama No. 4 disebutkan "perlu mendorong efisiensi operasional", disebutkan dalam uraian sebagai "biaya bahan bakar non-operasional telah meningkat sebesar 6% pa selama lima tahun (Diren IP 2011).

#### B. Keunggulan Operasi Pembangkit Dengan Tiga Pilar Program Efisiensi

Perhatian khusus pada operasi Pembangkit Listrik dengan 3 pilar efisiensi (Ruseno T, 1999):

1. Setiap biaya yang dikeluarkan oleh setiap kegiatan harus memberikan umpan balik terhadap efisiensi biaya.
2. Saat pemeliharaan, semua parameter dikembalikan ke parameter saat *commissioning* / desain.
3. Seluruh pengeluaran baik operasional, pemeliharaan maupun investasi ditujukan mengembalikan semua parameter ke parameter *commissioning*/desain.

Dari *benchmarking* pada *world best practice* terdapat tiga elemen penting yang harus didorong oleh perusahaan untuk memastikan peningkatan efisiensi yang berdampak pada *Reliability* dan *Quality*, yaitu (Kim, Dj, 2011): (1) Kemampuan Teknologi (*Technology*) (2) Sistem, Kebijakan & alat (*System / structure*) dan (3) Kesadaran & Keterampilan Karyawan (*Employee*)



**Gambar 1.** Pilar penting untuk peningkatan efisiensi berkelanjutan

Dukungan kegiatan efisiensi yang terdapat di Perusahaan dan dapat dilaksanakan dengan baik oleh semua anggota Perusahaan perlu dijabarkan lebih lanjut agar penerapannya dapat efektif dalam pembangkitan.

Terobosan teknologi yang telah dilakukan di beberapa generasi Indonesia dan dunia perlu diketahui dan dipelajari diseluruh unit pembangkit sebagai “*Applied Efficiency*” yang “*Reliable, Repeatable and Replicable*” sehingga efisiensinya semakin meningkat bahkan dapat dilampaui pada saat *commissioning*. Efisiensi yang telah diterapkan dapat dibagikan dan diperdalam dalam sebuah “Efisiensi Akademi”. Meningkatkan Kompetensi (Pengetahuan, Keterampilan dan Sikap) dalam upaya peningkatan efisiensi pada berbagai jenis tanaman yang dikelola. Beberapa program yang dapat ampilkan inisiatif strategis yang akan meningkatkan efisiensi dan dapat diterapkan juga pada pembangkit listrik di Indonesia antara lain:

1. Peranan terpadu antar bidang dalam pabrik untuk Peningkatan efisiensi
2. Alat pengendalian efisiensi yang berkesinambungan: Operasional dan Peningkatan
3. Beberapa strategi peningkatan efisiensi sebagai “Efisiensi Terapan” yang dapat dilaksanakan:
  - a. Teknik operasional; pemantauan, dan tindakan perbaikan
  - b. Peralatan teknik yang dimodifikasi
  - c. Perubahan desain dan menghasilkan material
  - d. Penerapan Teknologi Cerdas
  - e. Pengelolaan energi primer
  - f. Strategi pemeliharaan
  - g. Strategi lingkungan

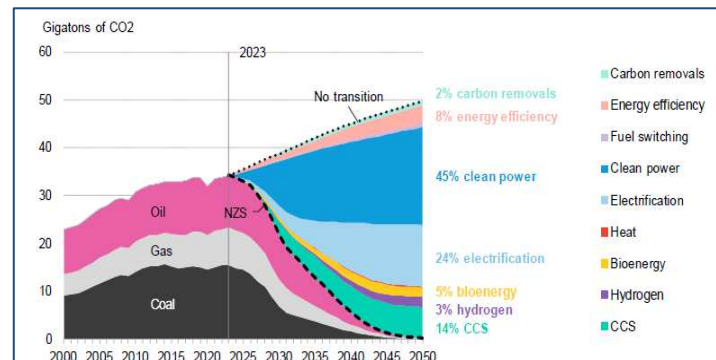
Membangun karakter “Berpikir Efektif dan Bertindak Efisien” pegawai dan membudayakan “Sadar Menginginkan Biaya dan Hasil” bagi insan pembangkit tenaga listrik di seluruh Indonesia agar PLN dikenal sebagai perusahaan yang “Konsisten Efisien”

### **C. Kontribusi peningkatan efisiensi untuk Net Zero Emission 2050**

Pertumbuhan kebutuhan listrik di negara-negara maju dapat dipenuhi melalui efisiensi pembangkit, karena efisiensi sudah menjadi kebijakan negara dan pembangkit listrik menjadi “*Role Model*”-nya, sehingga industri pengguna listrik mengikuti pola efisiensi tata kelola yang diterapkan baik teknologi, kebijakan maupun sumber daya manusia. rencana daya sumber daya (APO, 2011)

Blomberg (2024) melakukan riset dengan hasil bahwa program efisisensi akan dapat mengurangi emisi karbon sampai 8 % sampai pada tahun 2050. Ini sangat besar kontribusinya

dengan biaya lebih rendah dan juga lebih mudah dilakukan karena terjadi pada pembangkit dan sektor energi yang telah ada, sebagaimana gambar berikut:



**Gambar 2.** Peran berbagai sektor penting untuk menurunkan emisi sampai tahun 2050.

Pertumbuhan permintaan listrik Jerman sebesar 0,5% per tahun dapat dipenuhi tanpa membangun *powerplan* baru, namun dengan menerapkan program efisiensi yang dipelopori oleh pembangkit listrik dan kemudian diikuti oleh sektor industri, khususnya konsumen (APO, 2011).

Di Taiwan (Republik Cina) telah mampu menurunkan efisiensi upaya intensifikasi energi listrik sebesar 2% per tahun dan akan mencapai 25% pada tahun 2025. Pengurangan ini dilakukan melalui terobosan teknologi dan pengukuran yang lebih baik. (Wu, K.T, 2011).

Di Jepang efisiensi energi dilakukan dengan membuat pembangkit dengan gas salah satu penggunaannya, hingga saat ini beroperasi PLTGU Tipe D dengan efisiensi sekitar 44%, dan tipe F dengan efisiensi 55% dan sedang dalam penelitian tipe G. dengan efisiensi setinggi 60%. Dengan mengganti material *hot spare* yang dapat dioperasikan pada suhu 1750°C pada inlet turbin GT, pembangkit listrik tersebut dapat mencapai efisiensi sekitar 60%, diharapkan kedepannya juga dapat dioperasikan di Indonesia. (Ishikawa, M 2008)

## 2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

Penulisan ini berdasarkan literatur tentang *Net zero emission* (NZE) dan transisi energi terkait dengan efisiensi energi dan pembangkit Listrik di Indonesia dan di beberapa negara lain. Analisa deskriptif berdasarkan pengalaman di Indonesia membangun Pembangkit Listrik dan mengoperasikannya dengan kinerja yang baik yang sudah menjadi *best practice*.

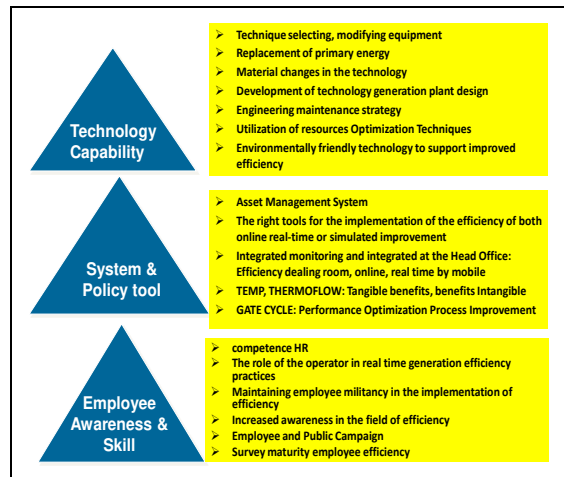
Beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya menggunakan pendekatan Survey, data inovasi, enjering dan *data record* operasi untuk menganalisis keberhasilan atas program efisiensi yang dilakukan dan dampaknya pada lingkungan terkait dengan emisi dan lingkungan hidup. Beberapa diskusi dengan Lembaga Negara terkait NZE dan transisi energi kurun waktu 10 tahun terakhir Pembangkit Listrik yang telah beroperasi baik fosil maupun terbarukan. Analisis dikembangkan untuk meningkatkan peran efisiensi pembangkit dari sisi Teknologi, *System and People*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Tiga Pilar Efisiensi Pembangkit Listrik

Peningkatan efisiensi ini sejalan juga dengan *Continual Improvement* yang gencar dilakukan pada program *Word Class Services* (WCS) yang unggul “Efisien, Handal dan Berkualitas” Program

pengelolaan untuk meningkatkan efisiensi kinerja pembangkit yang dilakukan di lingkungan PLN dapat memberikan manfaat yang signifikan secara handal dan berkualitas, serta dapat diterapkan pada pembangkit lainnya dengan tiga prinsip dasar yang dikenal dengan 3 R, yaitu: (1) *Reliable*: Dapat dijadikan alat untuk pencapaian kinerja (2) *Repeatable*: Dapat diulang/terus menerus dan (3) *Replicable*: Dapat ditiru / dicangkokkan ke unit lain.



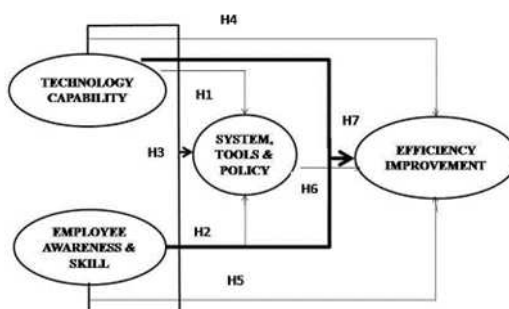
**Gambar 3.** Perincian aktivitas tiga pilar keunggulan operasional dalam meningkatkan efisiensi

Untuk mengatasi kelambanan organisasi, Manajemen perubahan melalui fleksibilitas strategis yang diperlukan perusahaan untuk mendobrak rutinitas kelembagaan dan mempertahankan inovasi eksplorasi mereka. Karena menekankan penggunaan sumber fleksibilitas strategis secara fleksibel dan proses konfigurasi ulang, hal ini mencerminkan semacam kemampuan dinamis yang memungkinkan perusahaan mencapai keunggulan kompetitif di pasar yang dinamis. Fleksibilitas dalam hal alokasi sumber daya dan desain produk memungkinkan perusahaan untuk menggunakan teknologi baru dan bereksperimen dengan berbagai produk berbeda.

### 3.2. Skema Program Keandalan Yang Berdampak Pada Efisiensi dan NZE

Kinerja yang unggul merupakan pencapaian perusahaan dalam segala aspek kinerja, dalam hal ini ditinjau dari aspek Meningkatkan Efisiensi, Mengurangi Biaya dan kelestarian lingkungan melalui pengurangan limbah. Keberlanjutan adalah: pembangunan yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan manusia melalui pemanfaatan sumber daya alam secara bijaksana, efisien, dan memperhatikan kelestarian pemanfaatan yang baik bagi generasi sekarang dan generasi yang akan datang, yang didalamnya adalah:

Pengertian kebutuhan, khususnya kebutuhan dasar manusia untuk menunjang kehidupan, dan pengertian keterbatasan, yaitu terbatasnya kemampuan untuk memenuhi kebutuhan baik masa kini maupun masa yang akan datang. Peningkatan efisiensi akan berdampak pada tiga dimensi pembangunan berkelanjutan sesuai KTT. Bumi Rio de Janeiro yaitu: (1) Sosial (2) Ekonomi (3) Lingkungan (Men LHK, 2009). Dari pengaruh faktor (1) Kemampuan Teknologi (*Technology*) (2) Sistem, Kebijakan & alat (*System / structure*) dan (3) Kesadaran & Keterampilan Karyawan (*Employee*) dapat disusun sistematika penelitian sebagai berikut :

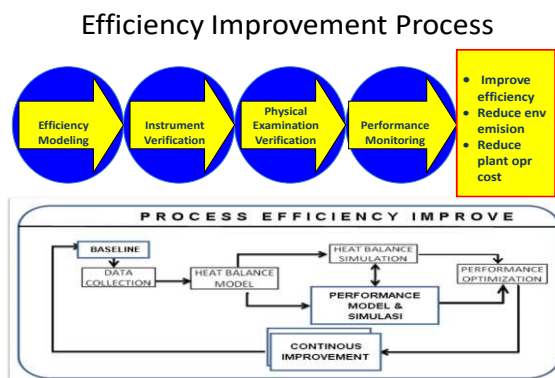


**Gambar 4.** Kerangka meningkatkan efisiensi kinerja pembangkit listrik

### 3.3. Skema Program Keandalan Yang Berdampak Pada Efisiensi dan NZE

Survei yang dilakukan secara berkala untuk mengetahui sejauh mana komitmen karyawan terhadap survei *powerplan* ini. Dari manajemen efisiensi dapat melakukan pendekatan akademis dan budaya agar dapat bekerja secara efisien merupakan sifat seluruh karyawan termasuk *maintenance*, operasional, *engineering* selalu bekerjasama dalam meningkatkan efisiensi pembangkit listrik. Seluruh karyawan mampu menginternalisasikan nilai efektif dan efisien dalam bekerja.

Yang perlu mendapat perhatian dalam penyadaran Efisiensi adalah: (1) Setiap penyimpangan parameter operasi perubahan laju panas dalam biaya perubahan bahan bakar (2) Operator tidak cukup hanya “beroperasi dengan baik” sesuai manual, namun juga harus mempunyai kesadaran (*awareness*) untuk mengoptimalkan efisiensi (3) Insinyur Efisiensi menganalisis “mengapa penurunan efisiensi” dan bagaimana memulihkan/meningkatkannya

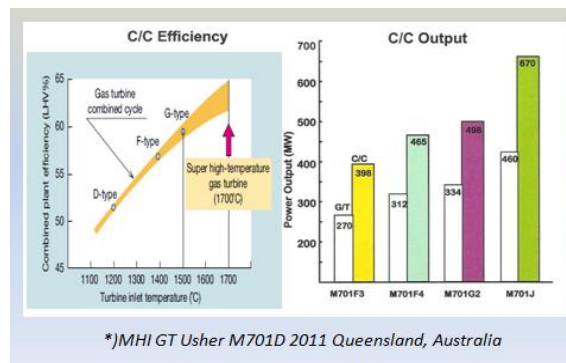


**Gambar 5.** Alur proses peningkatan efisiensi pembangkitan

Peningkatan kesadaran karyawan diperlukan karena: (1)Salah satu tugas tersulit adalah meningkatkan efisiensi untuk menentukan level yang ada dan level patokan target (2) Metode yang paling efektif untuk meningkatkan laju panas adalah dengan mewawancarai kesadaran di semua tingkatan (3) Dalam banyak kasus, wawancara memerlukan dua pewawancara: satu bertindak sebagai pemohon, dan yang lainnya bertindak sebagai pencatat tanggapan.(4) Dari wawancara, tim penilai dapat mengetahui tingkat kesadaran/kepedulian semua tingkatan mulai dari tingkat biasa hingga tingkat luar biasa (5) Dari tim penilai memberikan rekomendasi pelatihan berdasarkan hasil penilaian. Selanjutnya jika dilihat dari metode atau teknik pengumpulan datanya, sebagian besar dilakukan dengan cara observasi (*observation*), wawancara mendalam (*in depth interview*) dan dokumentasi.

### 3.4. Perubahan Teknologi Desain Pembangkit Pada Pembangkit Listrik Turbin Gas dan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Terbarukan

Pada tahun 1990an: Seri GT world M70D diunggulkan dengan temperatur masuk GT 1150 C dengan efisiensi sekitar 31% dan CC sekitar 44%. Pada era tahun 2000an diperkenalkan M70 GT 1359 C Inlet F dengan temperatur lebih tinggi dan efisiensi lebih baik lebih dengan efisiensi CC diatas 55%. Kini diperkenalkan tipe terbaru seri A dengan suhu masuk mencapai 1600 C, untuk mencapai efisiensi siklus gabungan melebihi 60%.



**Gambar 6.** Material meningkatkan dan meningkatkan kapasitas desain pabrik dan efisiensi output secara signifikan

Dengan mengamati perkembangan di atas, maka tanaman tua yang kita miliki dapat kita tingkatkan dengan teknik modifikasi parsial diterapkan pada generasi terbaru. Pembangkit Panas Bumi (PLTP) Gunung Salak Ansaldo buatan Italia dengan kapasitas 55 MW, dilakukan up-rating dengan teknik modifikasi perubahan sudut diafragma. Hasilnya daya yang dihasilkan mampu ditingkatkan sebesar 5 MW dari 55 MW menjadi 60 MW. Efisiensi naik karena jumlah konsumsi uap panas bumi relatif tetap.

Teknik *reverse engineering* dan inovasi untuk efisiensi lebih baik ini tidak menutup kemungkinan terjadi di pembangkit lain, dan saat ini sudah dilakukan di Suralaya. Di Suralaya #1 dan #2 telah dilakukan rehabilitasi boiler dan *instrument control* bekerjasama dengan JBIC yang diselenggarakan oleh Marubeni, hasilnya peningkatan efisiensi boiler sebesar 1,36% melebihi kontrak penjaminan dari sebelumnya 85,21% menjadi 86,57% data tahun 2010 *Nett Eff Thermal* Suralaya sekitar 30,19 dan sempat meresahkan kenaikan di tahun 2011 hingga bulan Agustus menjadi 32,84%.

### 3.5. Mendesain Ulang Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Non Condensable Pipeline Gas (NCG)

PLTP (panas bumi) dengan memanfaatkan panas dari panas bumi, sangat rawan mengalami penurunan kualitas karena kualitas uap yang sulit dikendalikan. Banyaknya gas dari perut bumi yang tidak dapat terkondensasi menjadi permasalahan utama pada beberapa pembangkit listrik tenaga panas bumi yang menyebabkan rendahnya kevakuman kondensor. Menyebabkan *output* MW bisa turun.

Pada PLTP Kamojang #2 telah dilakukan modifikasi pipa *ejector* NCG sehingga pada pipa tersebut hanya dapat dilakukan pembersihan, pemeriksaan dan perbaikan selama unit tetap beroperasi. Saat ini PLTP Kamojang #3 mampu beroperasi 3 MW lebih besar dibandingkan sebelumnya 55 MW menjadi 58 MW. Dan sesuai prinsip dasar OPI (*Operation Performance*

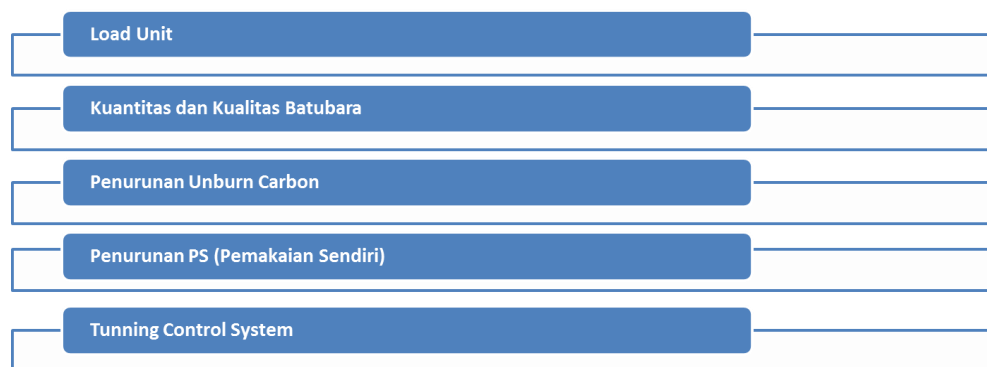


*Improvement*) tergolong inovasi yang handal, dapat diulang dan dapat ditiru untuk unit pembangkit listrik tenaga panas bumi lainnya.

### 3.6. Peningkatan Efisiensi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Berbahan Bakar Batubara

Untuk kedepannya bauran bahan bakar seluruh pembangkit listrik PLN, Batubara akan meningkat sangat signifikan dan selanjutnya akan berkurang melalui substitusi bahan bakar ramah lingkungan. Dari pembangkit, parameter efisiensi yang menjadi tolok ukur utama adalah NPHR (*net plant heat rate*). NPHR merupakan parameter yang menggambarkan jumlah bahan energi bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 kWh energi listrik. Parameter ini sangat jelas menggambarkan efisiensi suatu pembangkit jika dibandingkan dengan kinerja terbaiknya pada masa-masa awal pengoperasiannya (*commissioning*). Selain itu pencapaian nilai NPHR juga sangat berkaitan dengan biaya produksi, yang menggambarkan besarnya konsumsi batubara NPHR suatu pabrik. Dimana diketahui bahwa biaya bahan bakar menyumbang sekitar 60% biaya penyediaan energi listrik.

Kondisi saat ini, ditemukan bahwa beberapa pembangkit listrik unggulan yang menggunakan bahan bakar batubara yaitu pembangkit listrik berbasis batubara mempunyai nilai NPHR yang relatif jauh lebih tinggi dibandingkan pada saat *commissioning*. Kondisi ini akan meningkatkan biaya operasional yang relatif besar.



**Gambar 7.** Implementasi peningkatan efisiensi pembangkit listrik dengan Kebijakan Kapabilitas Teknologi, Sumber Daya Manusia dan Keterampilan

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Upaya mencapai Net Zero Emission (NZE) pada tahun 2060 dapat dipercepat dengan meningkatkan efisiensi sektor energi dan pembangkit listrik, yang bisa mencapai minimal 8% melalui kombinasi teknis dan dukungan strategis mulai dari perencanaan hingga umpan balik. Dalam proses ini, penting untuk mengidentifikasi akar masalah efisiensi dari perspektif praktisi dan teoretis serta mencari solusi yang dapat diterapkan sebagai kebijakan dengan melihat studi kasus di beberapa pembangkit listrik. Selain itu, seluruh karyawan perlu memiliki kesadaran dan karakter efisien sebagai bagian dari rutinitas harian untuk mendukung manajemen berkelanjutan. Terobosan yang telah dicapai di Indonesia dan dunia harus dikaji dan dijadikan karakter dasar dalam pengelolaan sistem pembangkitan yang andal dan efisien. Langkah-langkah seperti memberikan insentif berupa kemudahan pajak dan kepastian untuk pembangkit listrik yang menerapkan efisiensi, serta sosialisasi program efisiensi melalui inovasi dan riset untuk memperkuat pembangkit lama dengan teknologi baru, merupakan bagian dari program komprehensif untuk membangun pembangkit listrik yang berkelanjutan. Lebih lanjut, penelitian mengenai opsi efisiensi yang lebih besar seperti repowering, hybrid, dan smart grid perlu dilakukan untuk mendukung tujuan ini.



**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] APO Project (2009) "Study Mission on Energy Efficiency" September 2009, Berlin, Germany
- [2] Blomberg NEF (2024) "Energy and climate scenarios that connect the dots" New energy outlook 2024. 20, 4044. <https://doi.org/10.3390/ijerph20054044> Academic Editor: Paul B. T
- [3] Chen, M.; Sinha, A.; Hu, K.; Shah, M.I (2021) "Impact of technological innovation on energy efficiency in industry 4.0 era: Moderation of shadow economy in sustainable development. Technol. Forecast. Soc. Chang.
- [4] Direktorat Perencanaan (2016) "RJPP PLN 2011-2016" PT. PLN (persero, Jakarta
- [5] Direktorat Perencanaan (2016) "RJPP 2011-2016" PT. Indonesia Power,
- [6] Divisi Operasi Regsum (2016) "Workshop Perbaikan Heate rate Pembangkit" PT.PLN (Persero), Jakarta, 21-22 January 2016.
- [7] Jian, Wang., Ming xing, Zhou. (2023). "Attainment of Zero Emission Targets by Transition Towards sustainable development of value of creative products". Frontiers in Environmental Science
- [8] Jong Dail Kim (2011) "Renewable Energy, Global Initiative" , Professor Kyugpook National University, Korea 2011, Disampaikan pada APO Workshop on RE June 2011 ,Nadi, Fiji
- [9] Kementian LH (2009) "Menuju PROPER Emas" melalui pemanfaatan sumber daya Kementrian Lingkungan Hidup, Jakarta 2009
- [10] Keng Tung Wu' PhD (2011) " RE Status, Policy and program in Taiwan (ROC)", National Chung Hsing University, Taiwan 2011; Dis APO Workshop on RE June 2011 ,Nadi, Fiji
- [11] Lars, Lindholt., Taoyuan, Wei. (2023). "The Effects on Energy Markets of Achieving a 1.5 °C Scenario." International Journal of Environmental Research and Public Health
- [12] Masao Ishikawa (2008) "Technical Review Vol 45. No.1" , Mitsubishi Heavy Industries ,Ltd. Mar, 2008
- [13] OECD, (2023) "Towards net zero" OECD economic surveys
- [14] Tulus Ruseno (1999) "Optimasi Operasional PLTGU" UBP. Priok, Jakarta
- [15] Yang, W.-C.; Lu, W.-M. Achieving Net Zero (2023) "An Illustration of Carbon Emissions Reduction with A New Meta-Inverse DEA Approach". Int. J. Environ. Res. Public Health 2023
- [16] Zhou. K.Z, Wu, F (2010) "Tecnological Capability, Strategic Flexibility and Product Innovation" School of Management, Dallas, Texas USA