

REKAYASA

LAPORAN PENELITIAN KOMPETITIF NASIONAL
PENELITIAN DASAR



PENGEMBANGAN MODEL PROGRAM IN-HOUSE ENERGY
MANAGEMENT PADA INDUSTRI BAJA DI INDONESIA

Oleh:

- | | |
|-----------------------|-----------|
| 1. Apriani Soepardi | Ketua |
| 2. Mochammad Chaeron | Anggota 1 |
| 3. Gunawan Wijiatmoko | Anggota 2 |

Dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya Direktorat Jenderal Pendidikan
Tinggi dengan UPN "Veteran" Yogyakarta, sesuai Kontrak Penelitian

Tahun Tunggal Penelitian Dasar:

- 1) No: 202/SP2H/LT/DRPM/2019 tanggal 11 Maret 2019
- 2) No. 202/SP2H/AMD/DRPM/2020 tanggal 20 Mei 2020
- 3) No. 049/E4.1/AK.04.PT/2021 tanggal 12 Juli 2021

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA
November, 2021

Pengembangan Model Program In-house Energy Management pada Industri Baja di Indonesia

1. RINGKASAN EKSEKUTIF

Industri Menurut Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), jenis energi yang digunakan industri baja Indonesia adalah listrik, gas alam, dan bahan bakar minyak. Industri ini diperkirakan mengkonsumsi sekitar 38% dari total energi yang digunakan seluruh jenis industri yang ada. Penggunaan energi-akhir ini menyerap sekitar 20%-35% dari total biaya produksi. Karena kondisi ini, industri baja nasional mengalami kesulitan dalam bersaing di pasar internasional. Meskipun beberapa industri baja nasional telah melakukan usaha-usaha efisiensi energi dengan menerapkan teknologi hemat-energi, tapi usaha ini belum memberikan hasil yang signifikan. Hal ini mengindikasikan masih adanya sejumlah hambatan yang membatasi dan menghalangi implementasi tindakan-tindakan efisiensi energi.

Oleh karena itu, ada kecenderungan untuk mengeksplorasi kendala apa saja yang menjadi prioritas untuk dapat mengefektifkan pelaksanaan program efisiensi energi. Lebih lanjut, masih ada kebutuhan krusial untuk mengembangkan model manajemen energi yang unik pada industri baja Indonesia. Sampai sekarang, belum ada kajian tentang model manajemen energi yang dihubungkan dengan kendala implementasi tindakan efisiensi energi secara komprehensif. Atas dasar ini, penelitian ini dilakukan untuk melakukan investigasi lanjutan dalam menganalisis prioritas kendala dalam perbaikan efisiensi energi terkait dengan penggunaan energi pada industri baja nasional. Hasil investigasi ini akan digunakan sebagai acuan untuk mengembangkan model manajemen energi.

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif dan eksploratif. Pendekatan deskriptif digunakan untuk mendapatkan deskripsi dengan sistematis, berdasarkan fakta dan tepat tentang karakteristik penerapan efisiensi penggunaan energi pada industri baja nasional. Pendekatan eksploratif diharapkan dapat diperoleh kajian baru tentang bentuk hubungan antar variabel dengan indikator dan antar variabel penelitian itu sendiri. Penelitian ini menggunakan enam kategori terkait dengan kendala perbaikan efisiensi energi: kebijakan pemerintah, finansial ekonomi, manajerial organisasi, teknologi, tenaga kerja, dan

4. METODE

Agar Secara umum metode pendekatan yang akan diterapkan dalam melaksanakan kegiatan penelitian ini terdiri dari pendekatan deskriptif, *explanatory* dan survei. Pendekatan penelitian deskriptif digunakan untuk mendapatkan deskripsi secara sistematis, faktual dan akurat tentang karakteristik, sifat-sifat, dan fenomena penerapan efisiensi penggunaan energi pada industri baja nasional. Sedangkan dengan pendekatan penelitian *explanatory* diharapkan dapat diperoleh penjelasan tentang bentuk hubungan antar variabel dengan indikator dan antar variabel penelitian itu sendiri. Pendekatan survei diterapkan karena penelitian ini hanya dilakukan terhadap beberapa industri baja nasional (sampel) dari semua industri baja yang ada di Indonesia (populasi)

Manfaat praktis terkait dengan pemecahan masalah pembangunan, yaitu peningkatan kinerja sektor industri manufaktur baja. Daya saing sektor manufaktur baja masih lemah terutama karena masalah ketidak-efisienan. Padahal sektor industri ini memiliki kontribusi penting. Sehingga dengan penentuan model ME yang tepat dan khas bagi industri jenis ini, memungkinkan perusahaan baja untuk mengesekusi program EE secara efektif

Apriani Soepardi

Efisiensi energi pada industri
UPN Veteran Yogyakarta

Moch. Chaeron

Otomasi sistem manufaktur
UPN Veteran Yogyakarta

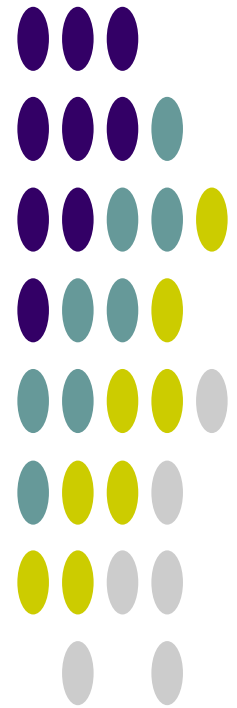
Gunawan Wijiatmoko

Sistem pengukuran & aerodinamik
BPPT

2. PUBLIKASI

1. "Barriers to Improved Energy Efficiency in The Indonesian Steel Industry: Empirical Evidence," 2019 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), Macao, China.
2. "Efficiency Evaluation of the Rolling Mills Production: A Data Envelopment Analysis Approach," LPPM UPN "Veteran" Yogyakarta Conference Series 2020-Engineering and Science Series, Yogyakarta, Indonesia.
3. "The Implementation of the Lean Thinking Concept for Reducing Waste: A Study Case," 2020 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), Singapore, Singapore.
4. "Urban Development and Lifestyle - "The Application Practice of Solar Energy Generation in Indonesia Industry," Book Chapter, Nova Science Publisher, NY, USA.
5. Part of the Lecture Notes in Mechanical Engineering book series (LNME) "Extension of an Analytical Model for a Contour-Parallel Strategy in the Triangular Pocket Machining," Springer, Singapore.
6. "Modification of Non-delay Algorithm to Minimize Makespan," The 2nd Asia Pacific on Industrial Engineering and Operations Management (2nd APIEOM), Surakarta, Indonesia.
7. "A Re-Evaluation of The Initial Mathematical Model for Triangular Pocket Machining Strategy," 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), virtually.
8. Buku Teks - "Sistem Pemeliharaan pada Industri Manufaktur—Konsep dan Pendekatan Pemeliharaan" ISBN: 978-623-7594-20-8.
9. Buku Teks - "Pemodelan Analitis Panjang Lintasan Pahat" ISBN: 978-623-7594-19-2.

5. MANFAAT



3. Latar belakang

Peningkatan EE pada industri merupakan keharusan dengan tujuan menurunkan biaya produksi, meningkatkan ketahanan pasokan energi, memperkuat daya saing ekonomi, konversi sumber daya energi, dan menjamin pembangunan industri berkelanjutan (Apeaning & Thollander, 2013). Adanya kemampuan meningkatkan level EE pada sistem manufaktur menunjukkan adanya peluang keberlanjutan industri walau masih terdapat kendala yang harus diselesaikan (Cagno, et al., 2015). Jenis kendala ini berbeda-beda tergantung pada situasi regional dan jenis sektor industrinya, yang mengimplikasikan adanya kebutuhan studi regional dan kajian sektor khusus dalam memahami hambatan dan kemampuan mengadopsi strategi EE secara efektif (Sorrel et al., 2000).

PROTEKSI ISI LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi laporan ini dalam bentuk apapun kecuali oleh peneliti dan pengelola administrasi penelitian

LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN MULTI TAHUN

ID Proposal: 7f676449-3cfe-48f5-89eb-4898c6d6cff9
Laporan Kemajuan Penelitian: tahun ke-3 dari 3 tahun

1. IDENTITAS PENELITIAN

A. JUDUL PENELITIAN

Pengembangan Model Program In-house Energy Management pada Industri Baja di Indonesia

B. BIDANG, TEMA, TOPIK, DAN RUMPUN BIDANG ILMU

| Bidang Fokus RIRN / Bidang Unggulan Perguruan Tinggi | Tema | Topik (jika ada) | Rumpun Bidang Ilmu |
|--|-----------------------------|---|--------------------|
| Energi | Teknologi Konservasi Energi | Sistem smart grid dan manajemen konservasi energi | Teknik Industri |

C. KATEGORI, SKEMA, SBK, TARGET TKT DAN LAMA PENELITIAN

| Kategori (Kompetitif Nasional/ Desentralisasi/ Penugasan) | Skema Penelitian | Strata (Dasar/ Terapan/ Pengembangan) | SBK (Dasar, Terapan, Pengembangan) | Target Akhir TKT | Lama Penelitian (Tahun) |
|---|------------------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------|-------------------------|
| Penelitian Kompetitif Nasional | Penelitian Dasar | SBK Riset Dasar | SBK Riset Dasar | 3 | 3 |

2. IDENTITAS PENGUSUL

| Nama, Peran | Perguruan Tinggi/ Institusi | Program Studi/ Bagian | Bidang Tugas | ID Sinta | H-Index |
|---|---|-----------------------|---|----------|---------|
| APRIANI SOEPARDI Ketua Pengusul | Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta | Teknik Industri | | 6035120 | 3 |
| MOCHAMMAD CHAERON S.T, M.T Anggota Pengusul 1 | Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta | Teknik Industri | Bertanggung jawab dalam penyusunan model dan validasi model | 6022614 | 0 |
| Ir. Gunawan Wijatmoko, M.Eng. Anggota Pengusul 2 | BPPT | - | bertanggung jawab dalam pengumpulan data dan validasi data | 0 | 0 |

3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (JIKA ADA)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama, yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

| Mitra | Nama Mitra |
|-------|------------|
|-------|------------|

4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Luaran Wajib

| Tahun Luaran | Jenis Luaran | Status target capaian (<i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i>) | Keterangan (<i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i>) |
|--------------|-----------------------|---|--|
| 3 | Buku Hasil Penelitian | sudah terbit | Penerbit Deepublish Yogyakarta |

Luaran Tambahan

| Tahun Luaran | Jenis Luaran | Status target capaian (<i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i>) | Keterangan (<i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i>) |
|--------------|--|---|--|
| 3 | Prosiding dalam pertemuan ilmiah Internasional | sudah terbit/sudah dilaksanakan | The IEEE Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM) 2021 |

5. ANGGARAN

Rencana anggaran biaya penelitian mengacu pada PMK yang berlaku dengan besaran minimum dan maksimum sebagaimana diatur pada buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Edisi 12.

Total RAB 3 Tahun Rp. 95,625,000

Tahun 1 Total Rp. 0

Tahun 2 Total Rp. 0

Tahun 3 Total Rp. 95,625,000

| Jenis Pembelanjaan | Item | Satuan | Vol. | Biaya Satuan | Total |
|--|---|----------------|------|--------------|------------|
| Analisis Data | HR Pengolah Data | P (penelitian) | 1 | 3,500,000 | 3,500,000 |
| Analisis Data | HR Sekretariat/Administrasi Peneliti | OB | 8 | 875,000 | 7,000,000 |
| Analisis Data | Honorarium narasumber | OJ | 12 | 2,400,000 | 28,800,000 |
| Bahan | ATK | Paket | 1 | 1,900,000 | 1,900,000 |
| Bahan | Bahan Penelitian (Habis Pakai) | Unit | 3 | 1,000,000 | 3,000,000 |
| Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan | Biaya seminar internasional | Paket | 1 | 11,500,000 | 11,500,000 |
| Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan | Publikasi artikel di Jurnal Internasional | Paket | 1 | 24,000,000 | 24,000,000 |
| Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran | Biaya penyusunan buku termasuk book chapter | Paket | 1 | 9,125,000 | 9,125,000 |

| Jenis Pembelanjaan | Item | Satuan | Vol. | Biaya Satuan | Total |
|--------------------|--------------------------|--------|------|--------------|-----------|
| Tambahan | | | | | |
| Pengumpulan Data | FGD persiapan penelitian | Paket | 1 | 6,800,000 | 6,800,000 |

6. KEMAJUAN PENELITIAN

A. RINGKASAN: Tuliskan secara ringkas latar belakang penelitian, tujuan dan tahapan metode penelitian, luaran yang ditargetkan, serta uraian TKT penelitian.

Menurut Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), jenis energi yang digunakan industri baja Indonesia adalah listrik, gas alam, dan bahan bakar minyak. Industri ini diperkirakan mengkonsumsi sekitar 38% dari total energi yang digunakan seluruh jenis industri yang ada. Penggunaan energi-akhir ini menyerap sekitar 20%-35% dari total biaya produksi. Karena kondisi ini, industri baja nasional mengalami kesulitan dalam bersaing di pasar internasional. Meskipun beberapa industri baja nasional telah melakukan usaha-usaha efisiensi energi dengan menerapkan teknologi hemat-energi, tapi usaha ini belum memberikan hasil yang signifikan. Hal ini mengindikasikan masih adanya sejumlah hambatan yang membatasi dan menghalangi implementasi tindakan-tindakan efisiensi energi.

Oleh karena itu, ada kecenderungan untuk mengeksplorasi kendala apa saja yang menjadi prioritas untuk dapat mengefektifkan pelaksanaan program efisiensi energi. Lebih lanjut, masih ada kebutuhan krusial untuk mengembangkan model manajemen energi yang unik pada industri baja Indonesia. Sampai sekarang, belum ada kajian tentang model manajemen energi yang dihubungkan dengan kendala implementasi tindakan efisiensi energi secara komprehensif. Atas dasar ini, penelitian ini dilakukan untuk melakukan investigasi lanjutan dalam menganalisis prioritas kendala dalam perbaikan efisiensi energi terkait dengan penggunaan energi pada industri baja nasional. Hasil investigasi ini akan digunakan sebagai acuan untuk mengembangkan model manajemen energi.

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif dan eksploratif. Pendekatan deskriptif digunakan untuk mendapatkan deskripsi dengan sistematis, berdasarkan fakta dan tepat tentang karakteristik penerapan efisiensi penggunaan energi pada industri baja nasional. Pendekatan eksploratif diharapkan dapat diperoleh kajian baru tentang bentuk hubungan antar variabel dengan indikator dan antar variabel penelitian itu sendiri. Penelitian ini menggunakan enam kategori terkait dengan kendala perbaikan efisiensi energi: kebijakan pemerintah, finansial-ekonomi, manajerial-organisasi, teknologi, tenaga kerja, dan faktor bahan baku dan bahan bakar yang digunakan yang telah diidentifikasi pada penelitian sebelumnya.

Berdasarkan hasil penelitian lanjutan ini, terdapat 3 (tiga) tema yang menjadi materi luaran artikel ilmiah yang akan dipublikasikan pada jurnal internasional bereputasi. Pertama, kuantifikasi tingkat kepentingan antara kendala yang menjadi prioritas hambatan dalam implementasi program manajemen energi pada industri baja nasional dengan pendekatan jaringan saraf tiruan. Kedua, pengembangan model manajemen energi pada industri baja nasional berdasarkan hasil kuantifikasi prioritas kendala. Ketiga, pengembangan model asesmen untuk implementasi model manajemen energi yang telah diperoleh pada tahun sebelumnya. Direncanakan untuk menghasilkan keluaran tambahan berupa publikasi artikel pada konferensi internasional dari tahun pertama sampai ketiga. Di samping itu, akan disusun buku ajar ber-ISBN yang secara khusus akan digunakan sebagai buku pegangan matakuliah pilihan.

Tingkat Kesiapterapan Teknologi (TKT) penelitian berada pada tingkat 1, untuk jenis Sosial Humaniora dan Pendidikan, yaitu prinsip dasar riset telah diobservasi dan dilaporkan. Sedangkan target capaian TKT berada pada level 3, yaitu rancangan dan metodologi penelitian tersusun komplet

B. KATA KUNCI: Tuliskan maksimal 5 kata kunci.

Efisiensi energi; Industri baja Indonesia; Jaringan saraf tiruan; Model manajemen energi

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/memodifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

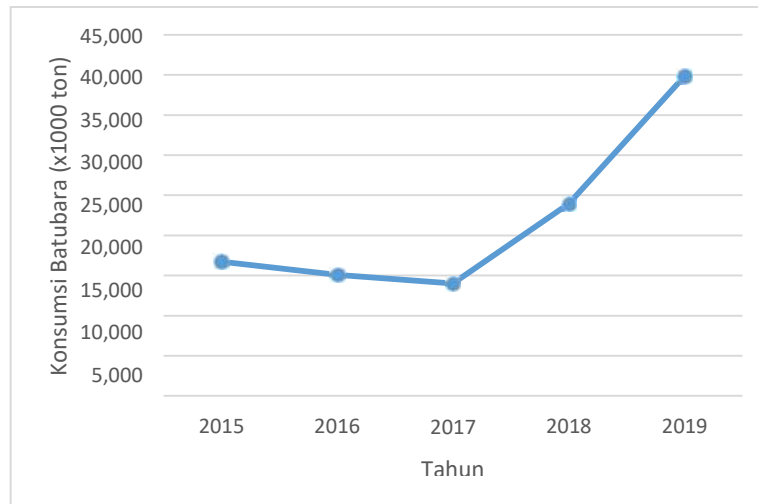
C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian dapat berupa data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

1. Konsumsi Batubara Pada Sektor Industri

Konsumsi batubara terus mengalami kenaikan. Hal ini ditunjukkan pada Grafik 3. Pada tahun 2020, konsumsi batubara telah naik menjadi 132 juta ton. Kenaikan ini disebabkan oleh kebutuhan batubara untuk PLTU terus mengalami peningkatan, adanya kewajiban membangun smelter menggunakan batubara sebagai bahan bakar, serta kebutuhan akan tempat tinggal/ konstruksi semakin meningkat sehingga meningkatkan permintaan semen.

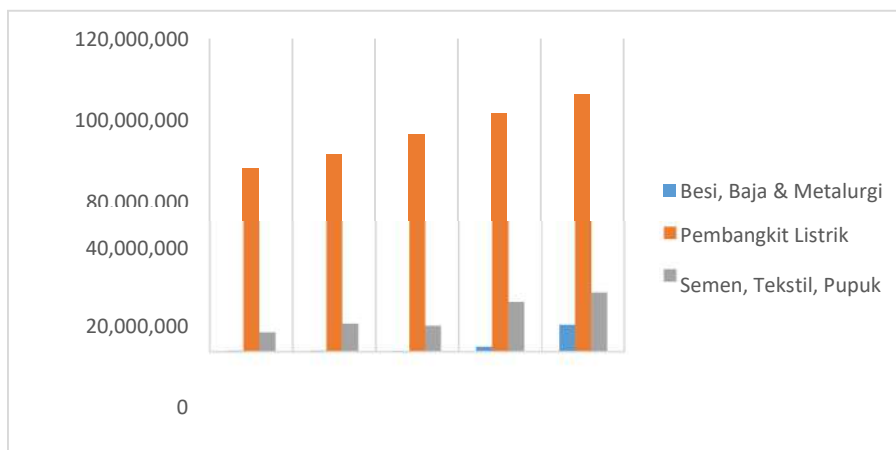


Grafik 3. Konsumsi batubara di Indonesia (Sumber: SDM, 2020)

Produksi batubara dalam negeri juga mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hal ini diiringi dengan meningkatnya jumlah batubara yang diekspor. Pada tahun 2019, jumlah produksi batubara dalam negeri mencapai 616,16 juta ton dengan jumlah ekspor sebesar 454,5 juta ton. Data ini dapat dilihat pada Grafik 4. Menurut RUEN (2017), proyeksi pasokan batubara untuk kebutuhan dalam negeri pada tahun 2025 dan 2050 dapat dilihat pada Tabel 1.

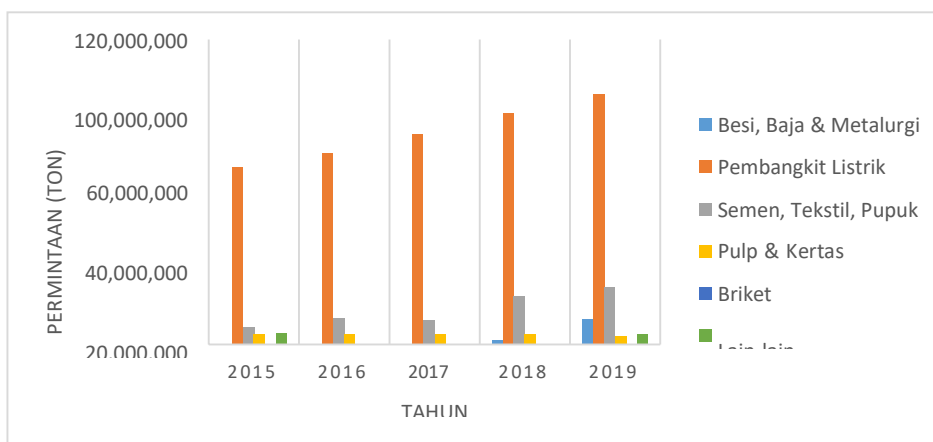
Tabel 1. Pasokan energi batubara tahun 2025 dan 2050

| Tahun | Volume Pasokan Energi | Bauran Energi |
|-------|-----------------------|---------------|
| 2025 | 205,3 juta ton | 30,0% |
| 2050 | 438,8 juta ton | 25,3% |



Grafik 4. Produksi batubara di Indonesia (Sumber: ESDM, 2020)

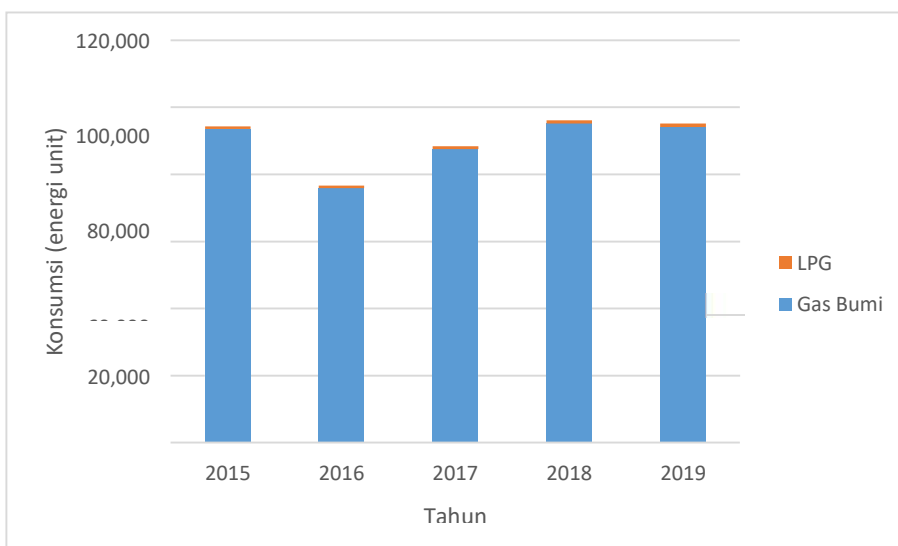
Kebutuhan batubara dalam negeri meningkat seiring meningkatnya kebutuhan bahan bakar pembangkit listrik dan sektor industri. Sektor industri pengguna batubara terbesar adalah pembangkit listrik, yaitu sebesar 98,5 juta ton (tahun 2019). Selanjutnya, pengguna terbesar kedua adalah kelompok industri semen, tekstil dan pupuk, yaitu 22,5 juta ton. Data permintaan batubara tahun 2015-2019 disajikan pada Grafik 5.



Grafik 5. Permintaan batubara tahun 2015-2019 (Sumber: ESDM, 2020)

2. Konsumsi Energi Gas Pada Sektor Industri

Energi gas dalam negeri terdiri dari sebagian produksi gas bumi dan impor LPG. Gas bumi tersebut dimanfaatkan setelah proses transformasi melalui kilang, fasilitas pengolahan, dan pembangkit listrik. Hasil energi final berupa listrik, LPG, dan *Dimethyl Ether*. Konsumsi energi gas pada sektor industri mengalami naik turun setiap tahunnya. Hal ini diperlihatkan pada Grafik 6. Konsumsi energi gas pada tahun 2019 sebesar 666,5 ribu *Million Standard Cubic Feet per Day* (MMSCF) pada tahun 2019 turun 5,7 ribu dari tahun lalu. Jika dilihat dari data penjualan, penjualan energi gas dan produknya juga mengalami naik turun pada sektor industri. Hal ini dapat dilihat pada Grafik 7.



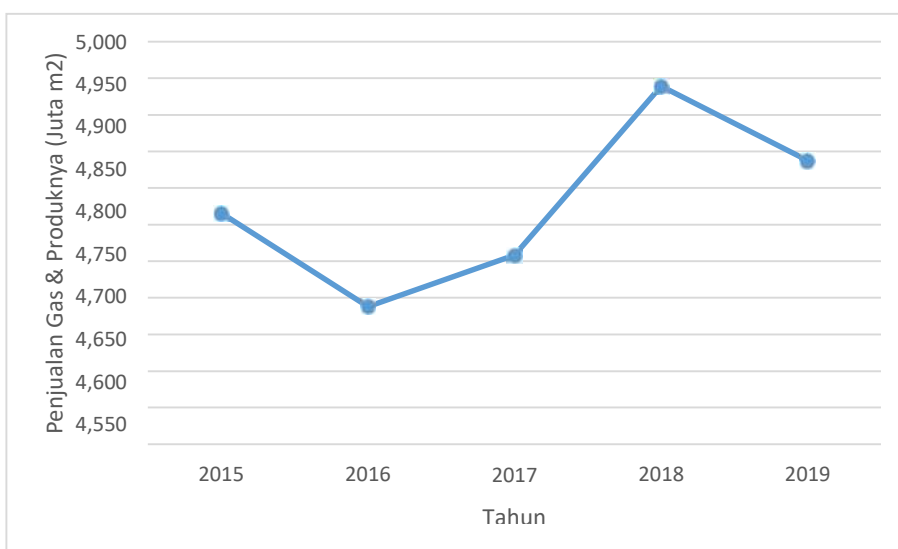
Grafik 6. Konsumsi energi gas (gas bumi dan LPG) pada sektor industri (Sumber: ESDM, 2020)

Jumlah konsumen per tahun 2019 tercatat sebanyak 2301, dimana nilai ini terus meningkat setiap tahunnya. Sedangkan pasokan gas cenderung konsisten. Grafik jumlah konsumen dan pasokan energi gas disajikan pada Grafik 8 dan Grafik 9. Proyeksi pasokan energi bumi disajikan pada Tabel 2.

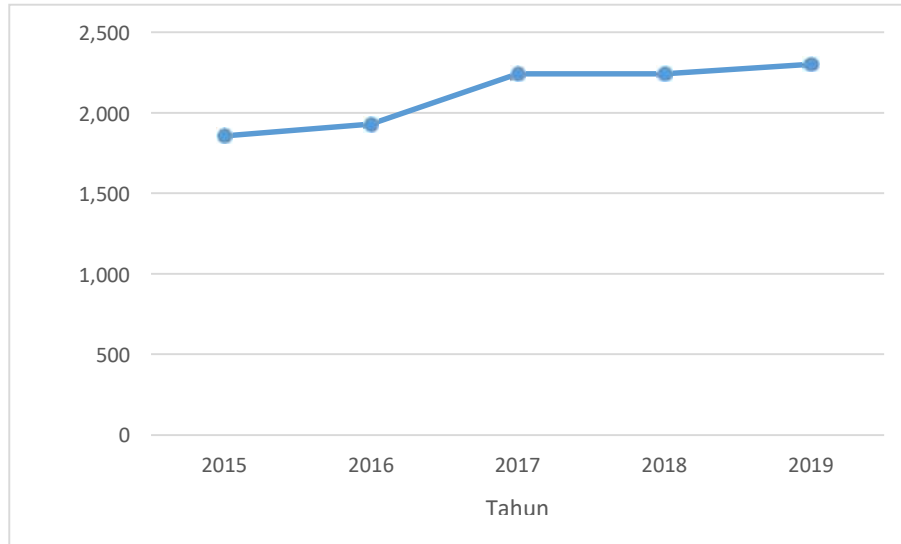
Tabel 2. Proyeksi pasokan energi gas tahun 2025 dan 2050

| Tahun | Pasokan Energi | Volume | Bauran Energi |
|-------|------------------------------|----------------|---------------|
| 2025 | *Gas bumi untuk dalam negeri | 9221,1 MMSCFD | 22,4% |
| | *Impor LPG | 4,0 juta ton | |
| 2050 | *Gas bumi untuk dalam negeri | 25869,1 MMSCFD | 24% |
| | *Impor LPG | 4.4 juta ton | |

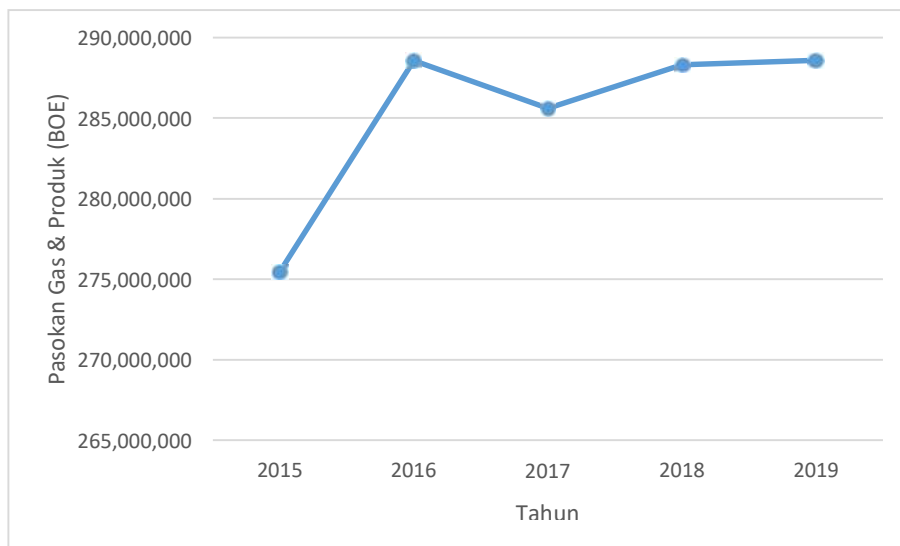
(Sumber: RUEN, 2017).



Grafik 7. Penjualan energi gas pada sektor industri (Sumber: ESDM, 2020)



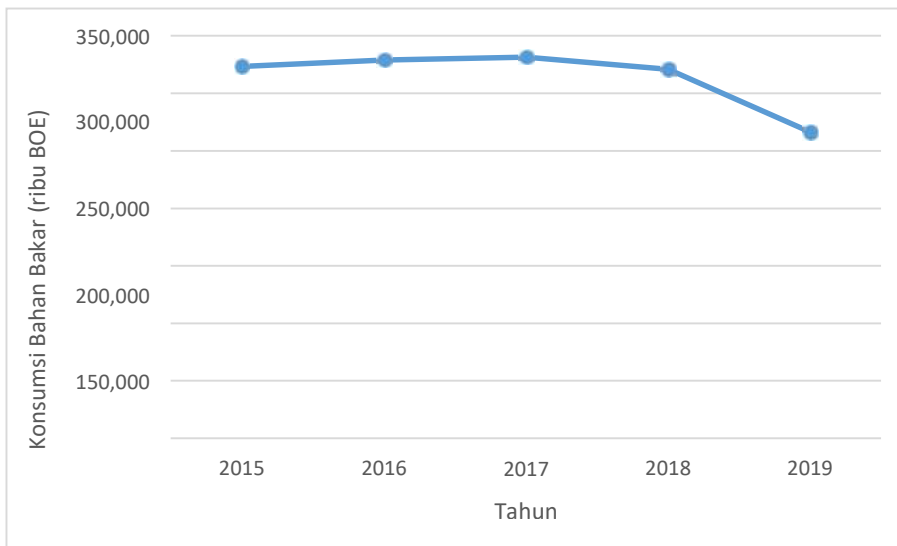
Grafik 8. Jumlah konsumen energi gas pada sektor industri (Sumber: ESDM, 2020)



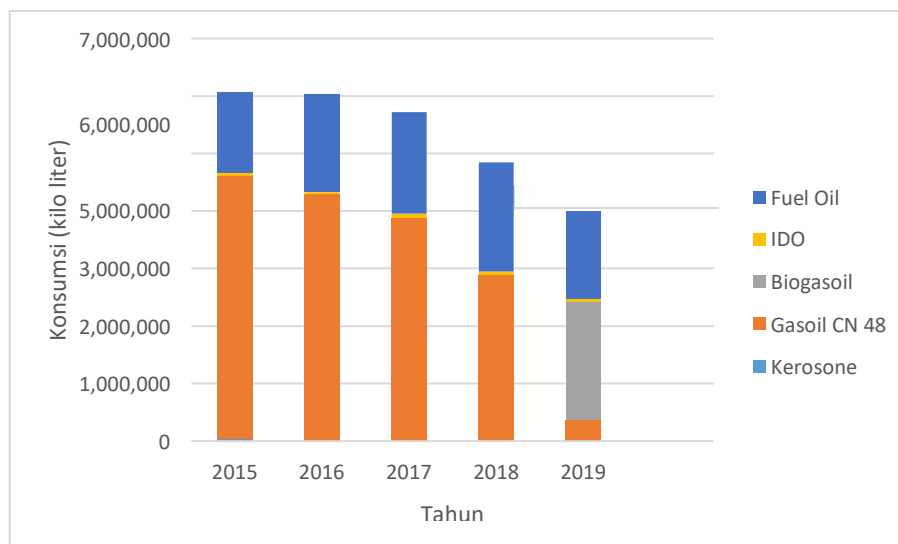
Grafik 9. Pasokan gas di Indonesia (Sumber: ESDM, 2020)

4. Konsumsi Energi Bahan Bakar Pada Sektor Industri

Konsumsi energi bahan bakar di Indonesia terus mengalami penurunan setiap tahunnya. Pola konsumsi bahan bakar dalam negeri disajikan pada Grafik 10. Pada tahun 2019, konsumsi bahan bakar dalam negeri turun menjadi 266,4 ribu BOE. Sedangkan jika dilihat pada sektor industri, energi bahann bakar ini dibagi menjadi beberapa produk diantaranya Kerosone, Gasoli CN 48, Biogasoil, IDO, dan Fuel Oil. Jumlah konsumsi beberapa produk bahan bakar ini diperlihatkan pada Grafik 11.



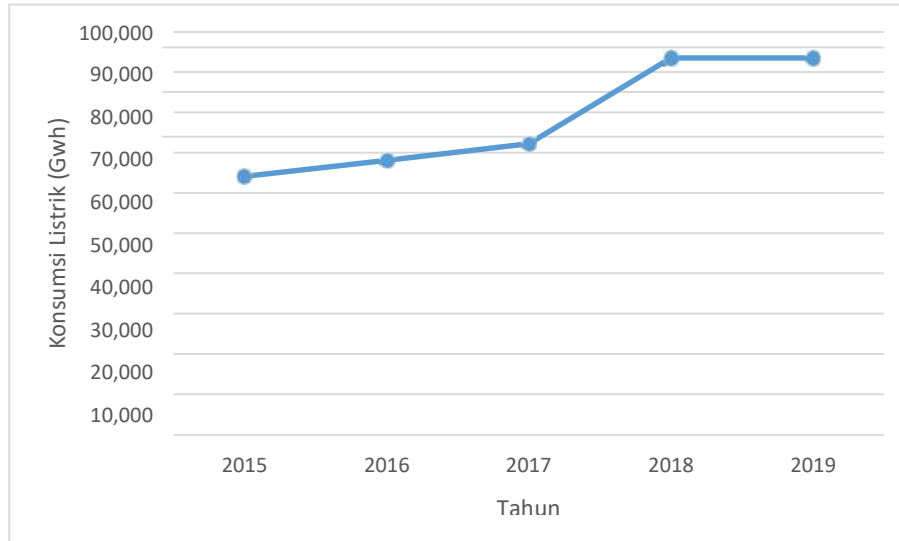
Gambar 10. Konsumsi bahan bakar di Indonesia (Sumber: ESDM, 2020)



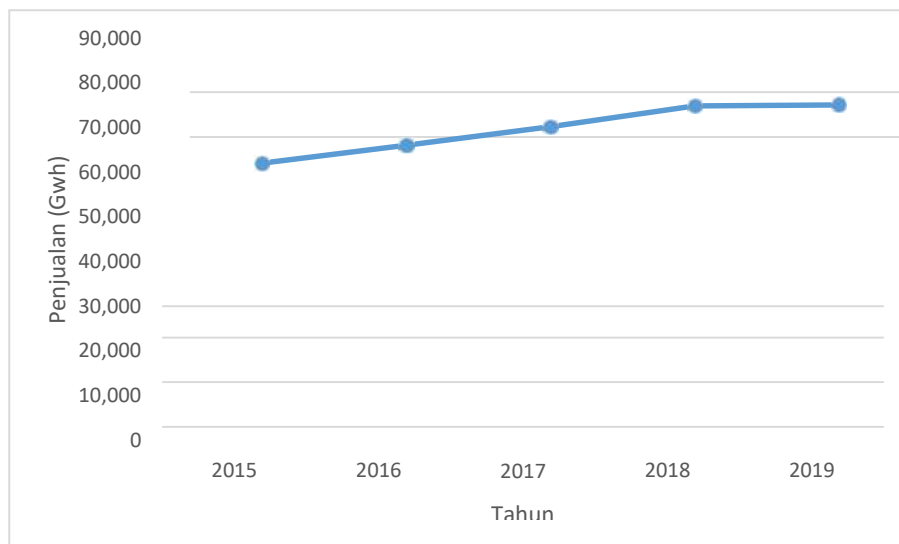
Grafik 11. Konsumsi energi bahan bakar pada sektor industri (Sumber: ESDM, 2020)

5. Konsumsi Listrik Pada Sektor Industri

Konsumsi listrik pada sektor industri terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Data konsumsi dan penjualan energi listrik disajikan pada Grafik 12 dan Grafik 13.



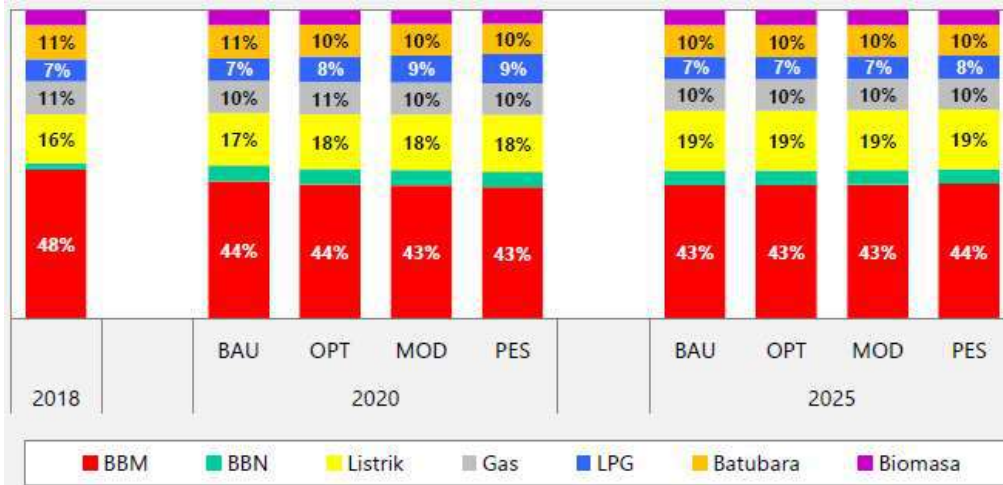
Grafik 12. Konsumsi energi listrik pada sektor industri (Sumber: ESDM, 2020)



Grafik 13. Penjualan energi listrik sektor industri (Sumber: ESDM, 2020)

6. Dampak COVID-19 Terhadap Konsumsi Energi Pada Sektor Industri

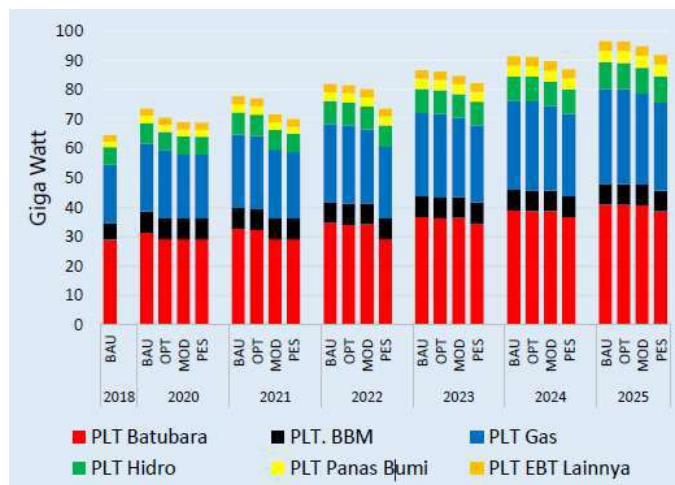
Selama pandemik COVID-19, sebagian pabrik menghentikan produksinya yang berakibat pada penurunan konsumsi energi. Penurunan konsumsi energi ini diproyeksikan akan mengalami penurunan 13.3-25.6% atau sebesar 45.9-88.5 juta SBM. Pada tahun 2018, konsumsi energi didominasi oleh BBM. Namun pada tahun 2020, LPG mengalami kenaikan sebesar 0.9-3.3% atau 0.6-2.4 juta SBM selama pandemi COVID-19. Hal ini dikarenakan meningkatkan kebutuhan rumah tangga selama pandemic berlangsung. Sementara jenis energi lain tidak mengalami perubahan yang berarti. Hal ini diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proyeksi konsumsi energi selama pandemik COVID-19

Berdasarkan neraca energi, penyediaan energi pun juga mengalami penurunan akibat pandemik COVID-19 (BPPT, 2020). Produksi batubara diperkirakan hingga 43 juta ton sehingga ekspor batubara menurun sekitar 33 juta ton. Impor batu bara juga mengalami penurunan sebesar 0.6-1.5 juta ton. Produksi minyak diperkirakan menurun hingga 84 juta SBM. Kebutuhan minyak bumi juga menurun hingga 73 juta SBM. Produksi BBM tahun 2020 diperkirakan menurun hingga 44 juta SBM. Kebutuhan BBM juga menurun hingga 119 juta SBM. Produksi gas bumi diperkirakan mengalami penurunan sebesar 86%. Sedangkan penyediaan EBT menurun sebesar 9.9-15.3% atau sekitar 23.6 juta SBM.

Dampak COVID-19 terhadap ketenagalistrikan mengakibatkan penurunan kapasitas pembangkit listrik. Pada tahun 2025, diperkirakan kapasitas total pembangkit hanya 120 MW turun 4 GW. Proyeksi kapasitas pembangkit listrik disajikan pada Gambar 5.



Gambar 2. Proyeksi kapasitas pembangkit listrik

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta unggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui Simlitabmas.

LUARAN WAJIB:

Status artikel: draft 80%

Buku teks : Peluang Efisiensi Energi pada Sektor Industri

Penerbit: LPPM UPNVY Press

LUARAN TAMBAHAN:

Status artikel: accepted

Nama conference: 2nd Asia Pacific Conference on Industrial Engineering and Operations Management (APIEOM 2021), 13-16 Desember 2021; <http://ieomsociety.org/indonesia2021/> indexed by Scopus

Judul artikel: "Modification of Non-delay Algorithm to Minimize Makespan"

Status artikel: accepted

Nama conference: Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM 2020) 13-16 Desember 2021; www.ieem.org/, indexed by IEEE

Judul artikel: "A Re-Evaluation of The Initial Mathematical Model for Triangular Pocket Machining Strategy"

E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (untuk Penelitian Terapan, Penelitian Pengembangan, PTUPT, PPUPT serta KRUPPT). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui Simlitabmas.

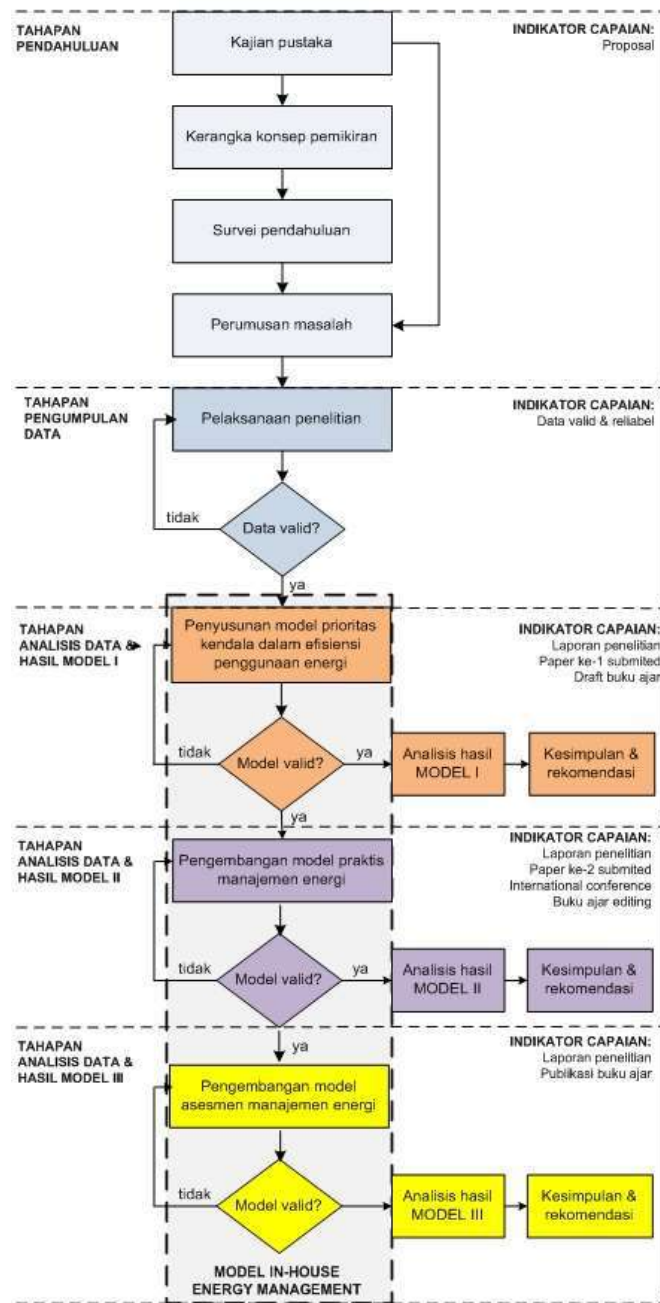
-- penelitian tidak menyertakan mitra --

F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Data konsumsi energi tidak tercatat dengan detail dan baik sehingga pola konsumsi tidak bisa terbaca dengan akurat. Selain pencatatan, pemanfaatan kapasitas produksi yang relatif rendah karena permintaan produk menurun karena situasi ekonomi saat ini yang sangat dipengaruhi pandemi COVID yang mengakibatkan penggunaan atau konsumsi energi tidak sepadan dengan hasil produk yang diperoleh.

Sulit sekali menembus jurnal internasional bereputasi bertema energi jika tidak disertai dengan data yang detail dan akurat.

G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian di tahun berikutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Jika laporan kemajuan merupakan laporan pelaksanaan tahun terakhir, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.



Gambar: Rencana analisis data penelitian pada setiap tahunnya

H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan kemajuan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. Abdelaziz, E. A, Saidur, R. and Mekhilef, S. (2011), A review on energy saving strategies in industrial sector. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), 150-168.
2. Asian Development Bank (ADB). (2016), *Indonesia: Energy Sector Assessment, Strategy, and Roadmap Energy Sector.* Manila, Philippines.
3. Haley, U.C.V and Douglas, A.S. (2011), Government policy and firm strategy in the solar photovoltaic industry. *California Management Review*, 54(1), 17-38.
4. Hosenuzzaman, M., Rahim, N. A., Selvaraj, J., Hasanuzzaman, M., Malek, A. A., and Nahar, A.. (2015), Global prospects, progress, policies, and environmental impact of solar photovoltaic power generation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 284-297
5. Karakaya, E. and Sriwannawit, P. (2015), Barriers to the adoption of photovoltaic systems: The state of the art. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 60-66.
6. Kuncoro, M. (2013), Indonesia's textile and its products industry: Recent development and challenges. *The Business and Management Review*, 1(3), 126-139.
7. Mekhilef, S., Saidur, R. and Safari, A. (2011), A review on solar energy use in industries. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 15(4), 1777-1790.
8. Ministry of Energy and Mineral Resources (MEMR) Republic of Indonesia (2012), *Energy Conservation Policy and Program in Indonesia*, Indonesia New Energy, Renewable Energy, and Energy Conservation Conference and Exhibition, Jakarta, Indonesia.
9. Ministry of Energy and Mineral Resources (MEMR) Republic of Indonesia (2015), *Indonesia Energy Efficiency and Conservation: Status, Gaps, and Opportunities*, Global Workshop to Accelerate Energy Efficiency, Copenhagen, Denmark.
10. Ministry of Energy and Mineral Resources (MEMR) Republic of Indonesia (2017), *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia*. Jakarta, Indonesia.
11. Nguyen, K. (2007), Alternatives to grid extension for rural electrification: Decentralized renewable energy technologies in Vietnam. *Energy Policy*, 35(4), 2579-89.
12. Solangi, K.H., Islam, M.R., Saidur, R., Rahim, N.A. and Fayaz, H. (2011), A Review on global solar energy policy, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(4), 2149-2163.
13. Szlavik, J. and Szep, T.S. (2017), Delinking of energy consumption and economic growth in the visegrad group. *Geographia Technica*, 12,139-149.
14. Thollander, P., Kimura, O., Wakabayashi, M. and Rohdin, P. (2015), A review of industrial energy and climate policies in Japan and Sweden with emphasis towards SMEs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 504-512.
15. Turon, C. and Gomis, J. (2016), Implementation of elements of sustainability applied to the urbanization of productive areas. *Geographia Technica*, 11(2),113-124.

Daftar capaian Luaran Wajib belum diisi:

1. Buku Hasil Penelitian, target: sudah terbit

Dokumen pendukung luaran Tambahan #1

Luaran dijanjikan: Prosiding dalam pertemuan ilmiah Internasional

Target: sudah terbit/sudah dilaksanakan

Dicapai: Accepted

Dokumen wajib diunggah:

1. Naskah artikel
2. Surat keterangan accepted dari editor

Dokumen sudah diunggah:

1. Naskah artikel
2. Surat keterangan accepted dari editor

Dokumen belum diunggah:

-

Peran penulis: corresponding author

Nama Konferensi/Seminar: IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM) 2021

Lembaga penyelenggara: IEEE Singapore Section

Tempat penyelenggara: Singapore

Tgl penyelenggaraan mulai: 13 Desember 2021 | Tgl selesai: 16 Desember 2021

Lembaga pengindeks: IEEE

URL website: <https://www.ieem.org/>

Judul artikel: A Re-Evaluation of The Initial Mathematical Model for Triangular Pocket Machining Strategy

A Re-Evaluation of The Initial Mathematical Model for Triangular Pocket Machining Strategy

M. Chaeron¹, A. Soepardi^{1,2}

¹Department of Industrial Engineering, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta, Indonesia

²(apriani.soepardi@upnyk.ac.id)

Abstract – In this paper, we aim to compare the tool path lengths that produced by the direction-parallel or zigzag or staircase strategy and contour-parallel strategy using a single cutter in the triangular pocket machining. The pocket geometry is chosen in such a way that the machining strategy can be carried out by single chisel. The mathematical model for chisel path length of machining process is developed then is used to contrast the chisel path length of two strategies. The specific purpose is to select the strategy that take a shorter chisel path. Based on the two numerical examples, the contour-parallel machining strategy gives the tool path length shorter than the zigzag strategy.

Keywords – contour parallel, direction parallel, machining, overlap, scallop, triangular pocket,

I. INTRODUCTION

There are two triangular pocket machining strategies, namely the direction parallel strategy [1-3] and the contour parallel strategy [4-6]. By using single or multi chisels, machining can be performed. In single-chisel machining, machining is performed in one step to complete the entire pocket at the same time. The instrument used in machining using a single chisel is a device with a radius equal to or smaller than the radius of the smallest curvature of the pocket. Meanwhile, in multi-chisel machining, there are two stages in completing the entire pocket, namely the deep cutting stage (DCS) and the corner-cutting stage (CCS) [7]. In the DCS, the chisel used is greater than the curvature of the pocket corners. Thus, there will be a residual area in each corner after DCS. The remaining area is then resolved by CCS. The machining process on the DCS is like to the machining process using a single step. Further, this paper discusses the machining [Arya et al., 2001] triangular pockets using a single chisel. This discussion aims to compare the tool path lengths produced by the two-pocket machining strategy.

II. METHODS

A triangular pocket with side lengths is given a , b , and c , respectively. Facing each of these sides are the angles α , β , and γ . The radii of curvature of the three angles are equal

to r . Machining is carried out with a chisel with a diameter of 2 times r .

2. 1. Direction Parallel Machining Strategy

Triangular pocket machining is visualized in Figure 1 with a direction parallel strategy. This strategy makes it possible to machine without overlap but involves more passes to cut the remaining scallops on the boundary. The chisel used has a diameter of $2 \cdot r$. To generate the tool path, an inward offset is performed half the tool diameter ($= r$) in advance. The result of the offset is triangle ABC. Then, parallel lines are drawn to the longest side of the triangle. Since the machining can be done without overlap, the distance between the parallel lines is the same as the tool diameter.

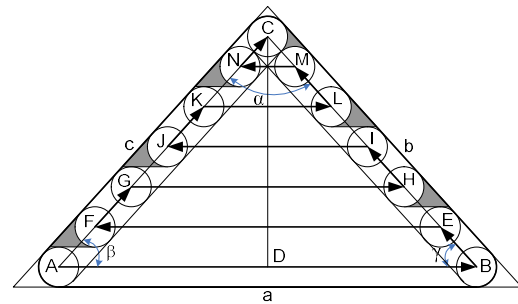


Figure 1. Machining of triangle pockets with direction parallel strategy [8]

Figure 1 visualizes that the tool path consists of three parts, namely:

1. Horizontal parts (AB, EF, GH, and so on)
2. Ascending parts (BE, FG, HI, and so on)
3. The part for removing the scallop along with the boundary pocket.

The tool path length for machining triangular pockets using the zigzag strategy can be written as a function of $f(\alpha, \beta, \gamma, a, b, c, \rho, r)$ which is the sum of the total length of horizontal traversal paths, the total length of the ascending parts estimation, and the length of the boundary segments [9].

2.2. Contour Parallel Machining Strategy

This strategy makes it possible to create tool paths that leave no residual area. There must, however, be an overlap between tool paths whose magnitude depends on

the size of the smallest angle in the triangle. The chisel used has a diameter of $2 \cdot r$. The generation of the tool path is done by first offsetting in half the tool diameter ($= r$). The result of the offset is triangle ABC. Furthermore, the inward offset is carried out against the triangle ABC as far as $2(r-\rho)$ and so on. Machining triangular pockets with a direction parallel strategy can be seen in Figure 2.

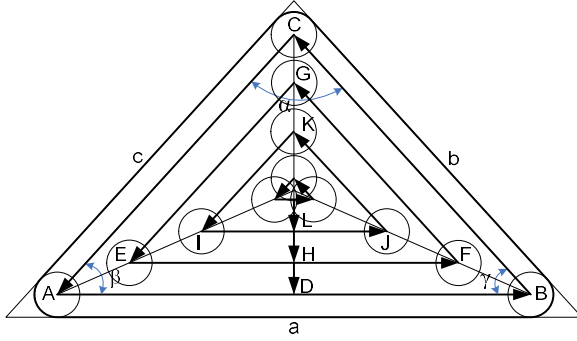


Figure 2. Machining of triangular pockets with a contour parallel strategy [8]

Figure 2 showed that the chisel path consists of 2 parts, namely:

1. The part that surrounds (parallel) the boundary pocket (ABC, EFG, IJK, and so on)
2. The part that connects the parts parallel to the pocket boundaries (DH, HL, and so on)

The tool path length for machining triangular pockets using a parallel contour strategy can be written as a function of $f(\alpha, \beta, \gamma, a, b, c, \rho, r)$, the sum of the total length of tool path (which parallel to pocket boundary) and the length of connecting paths [10].

III. NUMERICAL EXAMPLES

3.1. Numerical Example I

An equilateral triangle pocket ($\alpha = \beta = \gamma = 60^\circ$) is given with side lengths $(a, b, c) = 10$ cm. The length of the tool path in the case of the radius of curvature of the corner and the radius of the tool is equal to 10 mm (Figure 3 and Figure 4).

Direction Parallel Strategy

Horizontal part length is given as

$$\sum_{i=1}^{\left[\frac{(100-10\cot 30-1) \cdot \sin 60}{2 \cdot 10} \right]} \left[100 - 10 \cdot (\cot(60/2) + \cot(60/2)) - (2 \cdot 10 - 0) \cdot (i-1) \cdot (\cot 60 + \cot 60) \right]$$

or

$$\sum_{i=1}^{2,83-3} [100 - 34.641 - 20 \cdot 1.1547 \cdot (i-1)] = \sum_{i=1}^3 [65.359 - 23.094 \cdot (i-1)] = 126.795 \text{ mm}$$

Ascending part length is given as

$$\frac{(100+100)-4 \cdot 10 \cdot \cot 30}{2} = \frac{200-69.282}{2} = 65.359 \text{ mm}$$

Length of the section to remove scallops =

$$(100 + 100 + 100) - 6 \cdot 10 \cdot \cot 30 = 300 - 103.923 = 196.077 \text{ mm}$$

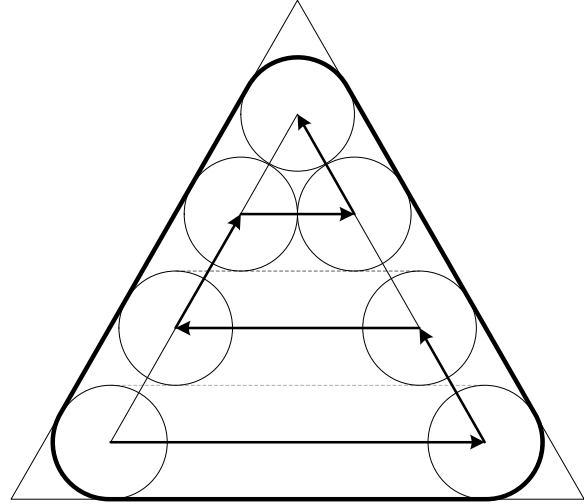


Figure 3. Tool paths using a direction parallel strategy for Numerical Example I

Thus, the total length of the tool path using a direction parallel strategy is 388.231 mm ($126.795 + 65.359 + 196.077$)

Contour Parallel Strategy

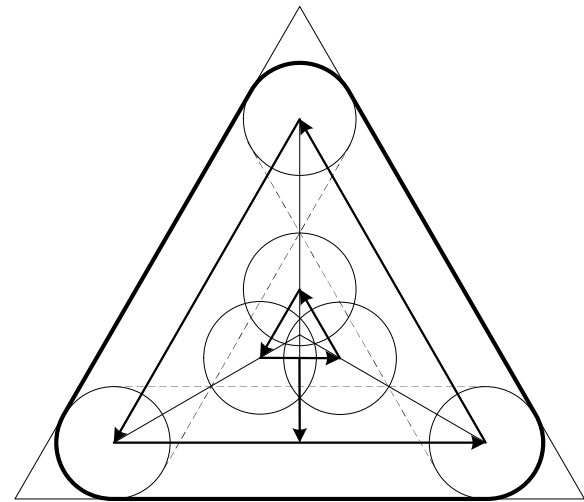


Figure 4. Tool path using contour parallel strategy for Numerical Example I

$$\rho = 10 \cdot (1 - \sin 30) = 5 \text{ mm}$$

$$h = \frac{(100 - 10 \cdot (\cot 30 + \cot 30)) \cdot \sin 30 \cdot \sin 30}{\cos 30} = \frac{(100 - 34.641) \cdot 0.5 \cdot 0.5}{0.866} = 18.8681 \text{ mm}$$

$$n = \frac{h}{2 \cdot r - \rho} = \frac{18.8681}{2 \cdot 10 - 5} = \frac{18.8681}{15} = 1.258 \rightarrow 2$$

The length of the tool path parallel to the pocket boundary is given as

$$\sum_{i=1}^{n=2} [(100 + 100 + 100) - (2 \cdot 10 + 2 \cdot (2 \cdot 10 - 5)(1 - i)) \cdot (\cot 30 + \cot 30 + \cot 30)]$$

or

$$\sum_{i=1}^{n=2} [300 - (20 + 30(1 - i)) \cdot 5.196] = 196.08 + 40.2 = 236.28 \text{ mm}$$

The length of the path connecting the parallel parts of the pocket boundary is given as

$$(n - 1) \times (2r - \rho) = (2 - 1) \times (2 \cdot 10 - 5) = 15 \text{ mm}$$

Thus, the total length of the tool path using the contour parallel strategy is 251.28 mm (236.28 + 15).

3.2. Numerical Example II

An equilateral triangle pocket ($\alpha = \beta = \gamma = 60^\circ$) is given with side lengths (a, b, c) of 10 cm. The length of the tool path if the radius of curvature of the corner and the radius of the total tool = 5 mm (Figure 5 and Figure 6).

Direction Parallel/Zig-zag Strategy

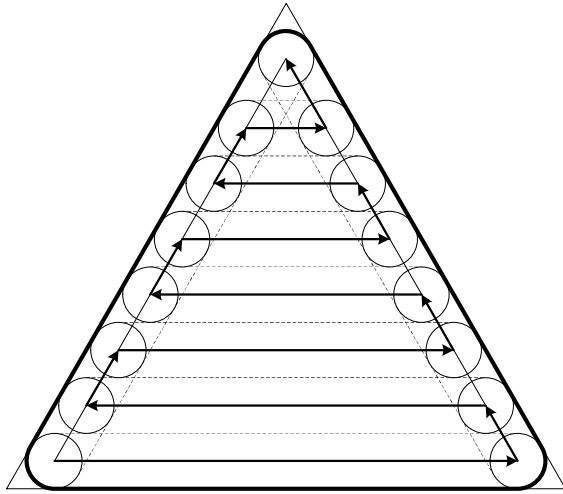


Figure 5. Tool paths using a direction parallel strategy for Numerical Example II

The length of the horizontal part is given as

$$\sum_{i=1}^{\left[\frac{(100 - 5 \cot 30 - 5c)}{2 \cdot 5 - 0} \right] \cdot \sin 60} [100 - 5 \cdot (\cot(60/2) + \cot(60/2)) - (2 \cdot 5 - 0) \cdot (i - 1) \cdot (\cot 60 + \cot 60)]$$

or

$$\sum_{i=1}^{7,16 \rightarrow 7} [100 - 17.321 - 10 \cdot 1.1547 \cdot (i - 1)]$$

$$\sum_{i=1}^7 [82.679 - 11.547 \cdot (i - 1)] = 336.273 \text{ mm}$$

The length of the ascending part is given as

$$\frac{(100 + 100) - 5 \cdot 4 \cdot \cot 30}{2} = \frac{200 - 34.641}{2} = 82.679 \text{ mm}$$

The length of the section to remove scallops is given as

$$(100 + 100 + 100) - 2 \cdot 5 \cdot 3 \cdot \cot 30 = 300 - 51.962 = 248.038 \text{ mm}$$

Thus, the total length of the tool path using a direction parallel strategy is given as 666.982 mm (336.273 + 82.679 + 248.038).

Contour Parallel Strategy

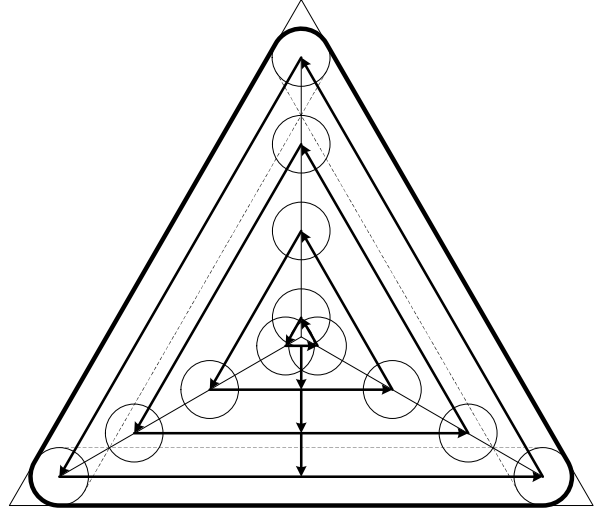


Figure 6. Tool paths using the contour parallel strategy for Numerical Example II

$$\rho = 5 \cdot (1 - \sin 30) = 2.5 \text{ mm}$$

$$h = \frac{(100 - 5 \cdot (\cot 30 + \cot 30)) \cdot \sin 30 \cdot \sin 30}{\cos 30} = \frac{(100 - 17.321) \cdot 0.5 \cdot 0.5}{0.866} = 23.8681 \text{ mm}$$

$$n = \frac{h}{2 \cdot r - \rho} = \frac{23.8681}{2 \cdot 5 - 2.5} = \frac{23.8681}{7.5} = 3.1824 \rightarrow 4$$

The length of the tool path parallel to the pocket boundary is given as

$$\sum_{i=1}^{n=4} [(100 + 100 + 100) - (2 \cdot 5 + 2 \cdot (2 \cdot 5 - 2.5)(1 - i)) \cdot (\cot 30 + \cot 30 + \cot 30)]$$

or

$$\sum_{i=1}^{n=4} [300 - (10 + 15(1 - i)) \cdot 5.196]$$

$$= 248.038 + 170.095 + 92.152$$

$$+ 14.209 = 524.494 \text{ mm}$$

The length of the path connecting the parallel parts of the pocket boundary is given as

$$(n - 1) \times (2 \cdot r - \rho) = (4 - 1) \times (2 \cdot 5 - 2.5) = 3 \times 7.5 = 22.5 \text{ mm}$$

Thus, the total length of the tool paths using the contour parallel strategy is 546.994 mm (524.494 + 22.5).

IV. CONCLUSION

The tool path length of the contour parallel strategy is 251.28 mm in numerical example I. It is shorter than the tool path length of the direction parallel strategy which is 388.231 mm. Meanwhile, the tool path length of the contour parallel strategy (546.994 mm) is shorter than the tool path length of the direction parallel strategy (666.982 mm) in numerical example II. Yet, it is necessary to analytically prove to determine that the contour parallel always provides a shorter tool path length than the direction parallel strategy.

REFERENCES

- [1] Arkin, E.M., Held, M., Smith, C.L., 2000, Optimization problems related to zigzag pocket machining, *Algorithmica*, **26**(2),197–236.
- [2] Park, S.C., Choi, B.K., 2000, Tool-path planning for direction-parallel area milling, *Computer-Aided Design*, **32**, 17-25.
- [3] Rajan, V.T., Srinivasan, V., Tarabanis, K.A., 2001, The optimal zigzag direction for filling a two-dimensional region, *Rapid Prototyping Journal*, **7**(5), 231-240.
- [4] Park, S.C., Choi, B.K.: Uncut free pocketing tool-paths generation using pair-wise offset algorithm. *Comput. Aided Des.* 33(10), 739–746 (2001)
- [5] Kim, B.H., Choi, B.K.: Machining efficiency comparison direction-parallel tool path with contour-parallel tool path. *Comput. Aided Des.* 34(2), 89–95 (2002)
- [6] Choy, H.S., Chan, K.W.: A corner-looping based tool path for pocket milling. *Comput. Aided Des.* 35(2), 155–166 (2003)
- [7] Arya, S., Cheng, S.W., Mount, D.M., 2001, Approximation algorithm for multiple-tool milling, *International Journal of Computational Geometry and Applications*, **11**(3), 339-372.
- [8] Chaeron, M.: Model Analitis Panjang Lintasan Pahat Untuk Pemesinan bentuk rongga (pocket) segitiga. *Jurnal Teknologi Industri*, X(3) (2006). (in Indonesian)
- [9] Chaeron, M., Wahyuaji, B.S., Soepardi, A.: Development of a direction-parallel strategy for shorting a tool path in the triangular pocket machining. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* 18(1), 1–7 (2019). <https://doi.org/10.23917/jiti.v18i1.7151>
- [10] Chaeron M., Wahyuaji B.S., Soepardi A. (2020) Extension of an Analytical Model for a Contour-Parallel

Strategy in the Triangular Pocket Machining. In: Osman Zahid M., Abd. Aziz R., Yusoff A., Mat Yahya N., Abdul Aziz F., Yazid Abu M. (eds) iMEC-APCOMS 2019. iMEC-APCOMS 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-0950-6_84

Want to Present in Your Time Zone – No problem! Select your choice from the Registration Time Zone **dropdown list**

Friday, August 13, 2021

Dear Dr Apriani Soepardi,

Congratulations! Your paper has been accepted for presentation at the 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM2021), taking place from 13 to 16 Dec 2021. We invite you to attend the conference and will be looking forward to your presence. Details on review, acceptance and final paper submission below.

1. IEEM21-F-0496 / A Re-Evaluation of The Initial Mathematical Model for Triangular Pocket Machining Strategy

Mochammad CHAERON, *Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta*, Apriani SOEPARDI, *Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta*

2. Submit Final Paper/Author Completes Registration –Deadline: 15 Sep 2021

Please note that final paper acceptance for inclusion in the conference program, proceedings (and for submission to IEEE Xplore) is conditional upon

a. At least one author completing registration and payment

- Registration Opens: 15 Aug 2021
- Author Registration & Early Bird Discount Deadline: 15 Sep 2021
- [Fees and Registration](#)

b. The paper meets these IEEE requirements (See also 4. Preparation Guide)

3. IEEM Policies

- a. Per IEEM no-show policy, the program chair reserves the right to exclude any unrepresented papers (oral or poster) from the proceedings to IEEE Xplore®.
- b. Since its inception, IEEM conference proceedings have successfully been posted on IEEE Xplore® and indexed on the EI Compendex. However, this does not represent an undertaking by the Organizers that the conference proceedings for all conference editions will be eligible for the IEEE and EI inclusion.

For information and support, please visit www.ieem.org or email secretariat to info@ieem.org

Yours sincerely,
IEEM Secretariat

4. Final Paper –Preparation Guide

a. Please incorporate reviewer comments (see below) in the final version of your paper.

Your paper also needs to be free from serious language mistakes. Papers that fail to meet the standard required of IEEE conferences will be excluded from the conference proceedings.

b. Per IEEE publication policy, only camera-ready papers that are IEEE Xplore® compliant are acceptable for publishing. Please follow the paper guidelines and use the complimentary tools to check that your created PDF's are IEEE Xplore® compliant <https://ieem.org/public.asp?page=finalpapersubmission.asp>

c. All accepted papers will go through similarity check through an IEEE software system and papers with a high similarity score (>30%) will have to be revised or rejected.

To prevent "similarity"/"self-similarity", whenever you include the work of others, do ensure that in-text citations to all appropriate sources used are included in the paper. If you have included materials from your previous published work, do also cite your previous work to avoid "self-similarity".

d. Please include a 180-word max abstract for inclusion in the conference program guide.

Reviewer Reports

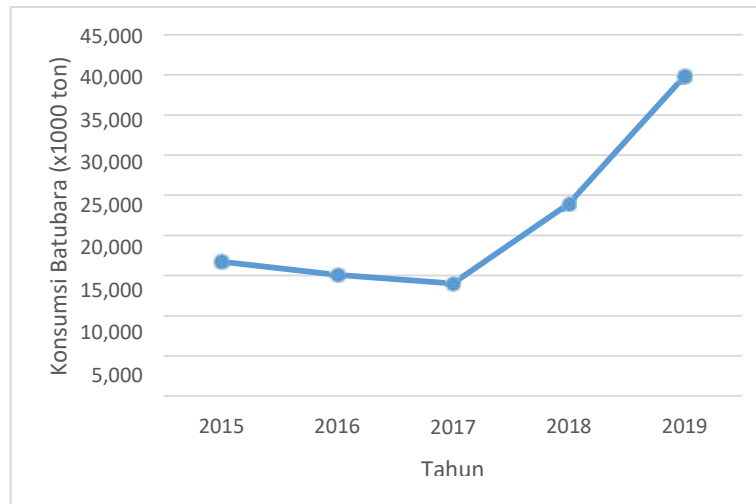
| | |
|------------|--|
| Reviewer 1 | |
| Grade | D - This paper needs a major revision before acceptance can be considered. In particular, the authors need to consider the following comments |
| Comments | the paper lacks a research process, no literature and the methodology is very weak. the authors must restructure and provide a comprehensive paper. the maths adopted is basic and not contextulised |
| Reviewer 2 | |
| Grade | B - This paper is acceptable. Minor improvements can be done in terms of organization/language/literature review etc. Some further comments are given below. |
| Comments | In this paper, tool path lengths for pocket machining using different strategies are compared. Although the paper presented many geometric equations, the presented problem and solution method are old. The paper did not present any new improvement or new contribution. The paper needs to explain the Innovative points presented by the paper. |
| Reviewer 3 | |
| Grade | A - This paper is excellent and can be accepted as it is. Some minor comments are given here. |
| Comments | Authors have presented a sound mathematical model to compare machining process for contour parallel and zig zag strategies. It is a good model to prove which strategy outperforms. |

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

1. Konsumsi Batubara Pada Sektor Industri

Konsumsi batubara terus mengalami kenaikan. Hal ini ditunjukkan pada Grafik 3. Pada tahun 2020, konsumsi batubara telah naik menjadi 132 juta ton. Kenaikan ini disebabkan oleh kebutuhan batubara untuk PLTU terus mengalami peningkatan, adanya kewajiban membangun smelter menggunakan batubara sebagai bahan bakar, serta kebutuhan akan tempat tinggal/ konstruksi semakin meningkat sehingga meningkatkan permintaan semen.

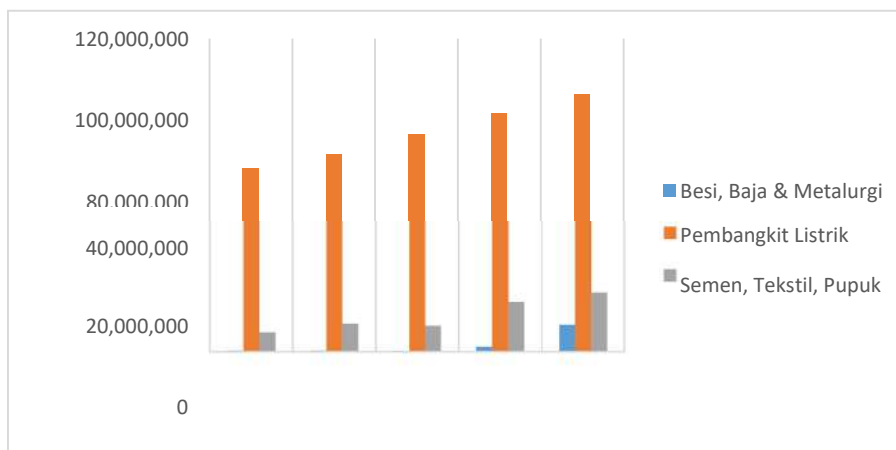


Grafik 3. Konsumsi batubara di Indonesia (Sumber: SDM, 2020)

Produksi batubara dalam negeri juga mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hal ini diiringi dengan meningkatnya jumlah batubara yang diekspor. Pada tahun 2019, jumlah produksi batubara dalam negeri mencapai 616,16 juta ton dengan jumlah ekspor sebesar 454,5 juta ton. Data ini dapat dilihat pada Grafik 4. Menurut RUEN (2017), proyeksi pasokan batubara untuk kebutuhan dalam negeri pada tahun 2025 dan 2050 dapat dilihat pada Tabel 1.

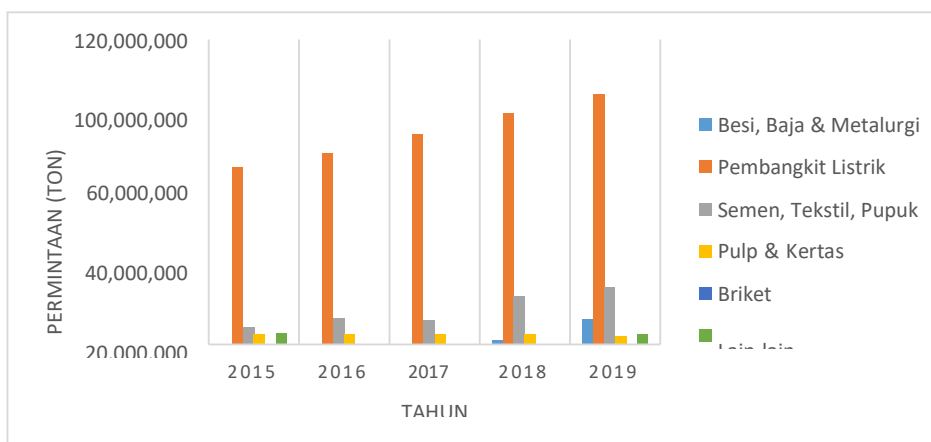
Tabel 1. Pasokan energi batubara tahun 2025 dan 2050

| Tahun | Volume Pasokan Energi | Bauran Energi |
|-------|-----------------------|---------------|
| 2025 | 205,3 juta ton | 30,0% |
| 2050 | 438,8 juta ton | 25,3% |



Grafik 4. Produksi batubara di Indonesia (Sumber: ESDM, 2020)

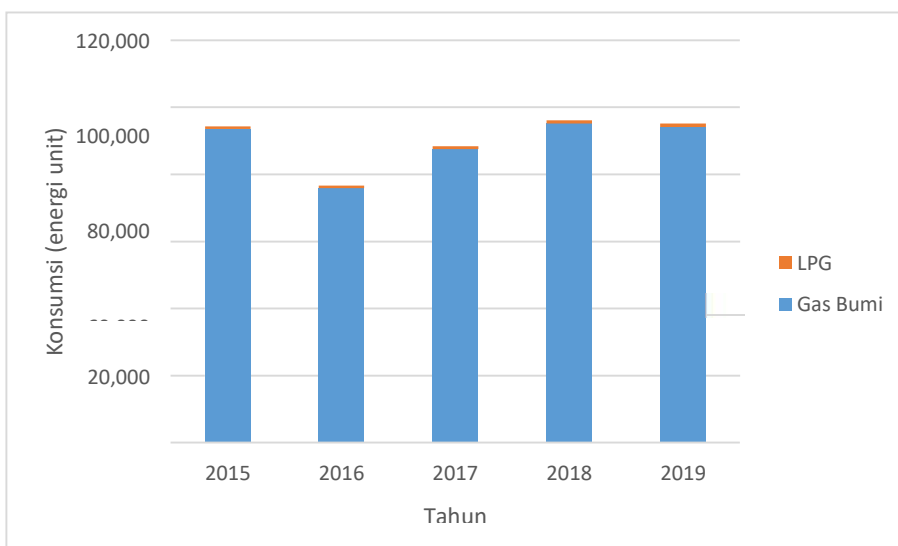
Kebutuhan batubara dalam negeri meningkat seiring meningkatnya kebutuhan bahan bakar pembangkit listrik dan sektor industri. Sektor industri pengguna batubara terbesar adalah pembangkit listrik, yaitu sebesar 98,5 juta ton (tahun 2019). Selanjutnya, pengguna terbesar kedua adalah kelompok industri semen, tekstil dan pupuk, yaitu 22,5 juta ton. Data permintaan batubara tahun 2015-2019 disajikan pada Grafik 5.



Grafik 5. Permintaan batubara tahun 2015-2019 (Sumber: ESDM, 2020)

2. Konsumsi Energi Gas Pada Sektor Industri

Energi gas dalam negeri terdiri dari sebagian produksi gas bumi dan impor LPG. Gas bumi tersebut dimanfaatkan setelah proses transformasi melalui kilang, fasilitas pengolahan, dan pembangkit listrik. Hasil energi final berupa listrik, LPG, dan *Dimethyl Ether*. Konsumsi energi gas pada sektor industri mengalami naik turun setiap tahunnya. Hal ini diperlihatkan pada Grafik 6. Konsumsi energi gas pada tahun 2019 sebesar 666,5 ribu *Million Standard Cubic Feet per Day* (MMSCF) pada tahun 2019 turun 5,7 ribu dari tahun lalu. Jika dilihat dari data penjualan, penjualan energi gas dan produknya juga mengalami naik turun pada sektor industri. Hal ini dapat dilihat pada Grafik 7.



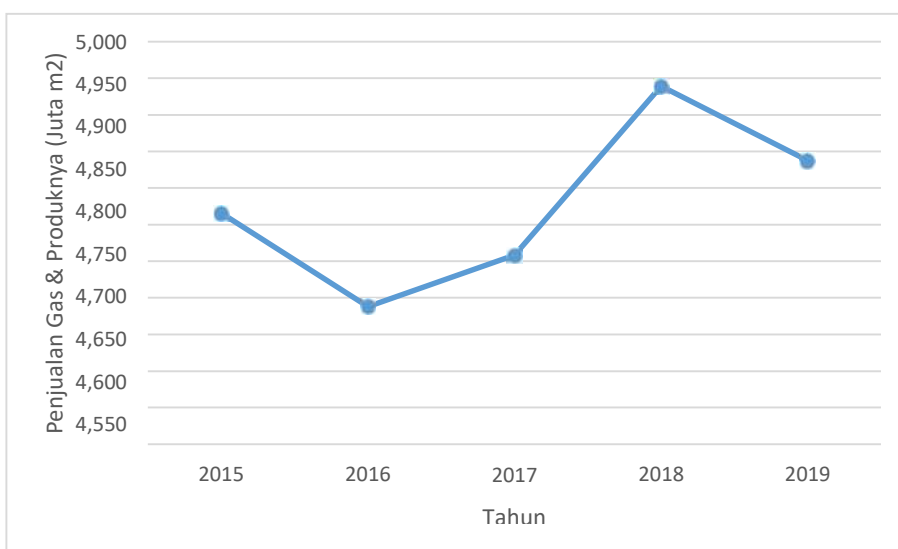
Grafik 6. Konsumsi energi gas (gas bumi dan LPG) pada sektor industri (Sumber: ESDM, 2020)

Jumlah konsumen per tahun 2019 tercatat sebanyak 2301, dimana nilai ini terus meningkat setiap tahunnya. Sedangkan pasokan gas cenderung konsisten. Grafik jumlah konsumen dan pasokan energi gas disajikan pada Grafik 8 dan Grafik 9. Proyeksi pasokan energi bumi disajikan pada Tabel 2.

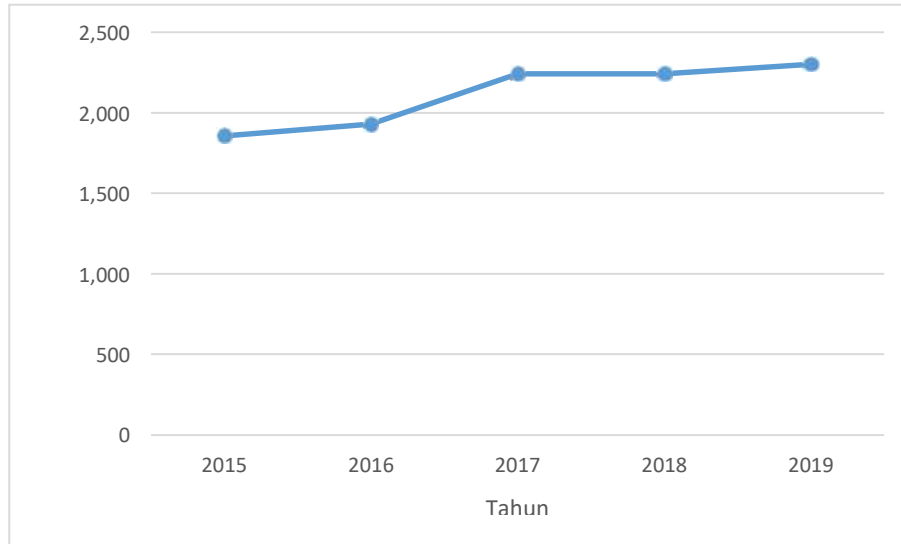
Tabel 2. Proyeksi pasokan energi gas tahun 2025 dan 2050

| Tahun | Pasokan Energi | Volume | Bauran Energi |
|-------|------------------------------|----------------|---------------|
| 2025 | *Gas bumi untuk dalam negeri | 9221,1 MMSCFD | 22,4% |
| | *Impor LPG | 4,0 juta ton | |
| 2050 | *Gas bumi untuk dalam negeri | 25869,1 MMSCFD | 24% |
| | *Impor LPG | 4.4 juta ton | |

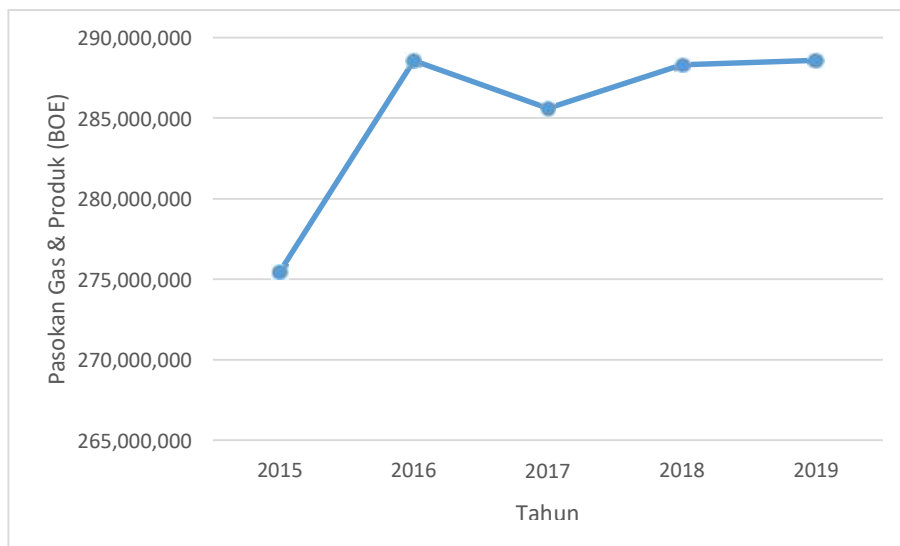
(Sumber: RUEN, 2017).



Grafik 7. Penjualan energi gas pada sektor industri (Sumber: ESDM, 2020)



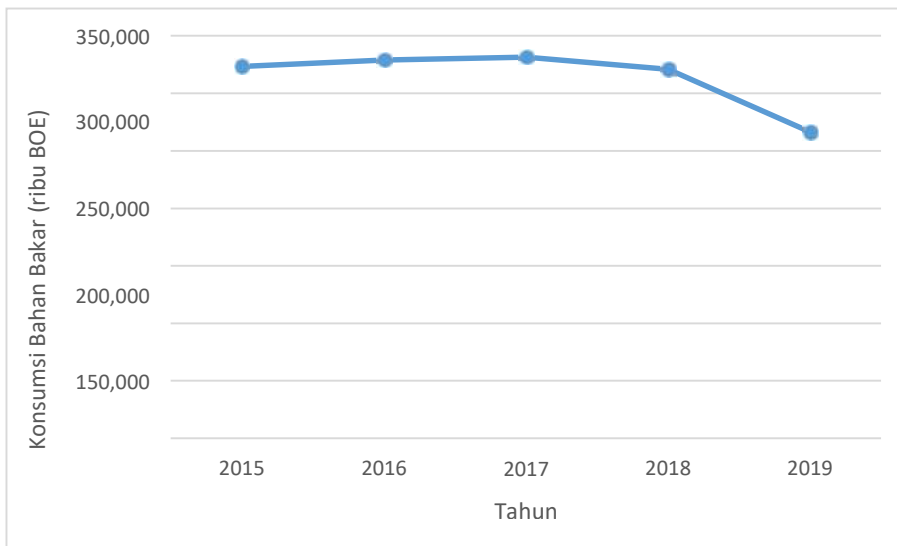
Grafik 8. Jumlah konsumen energi gas pada sektor industri (Sumber: ESDM, 2020)



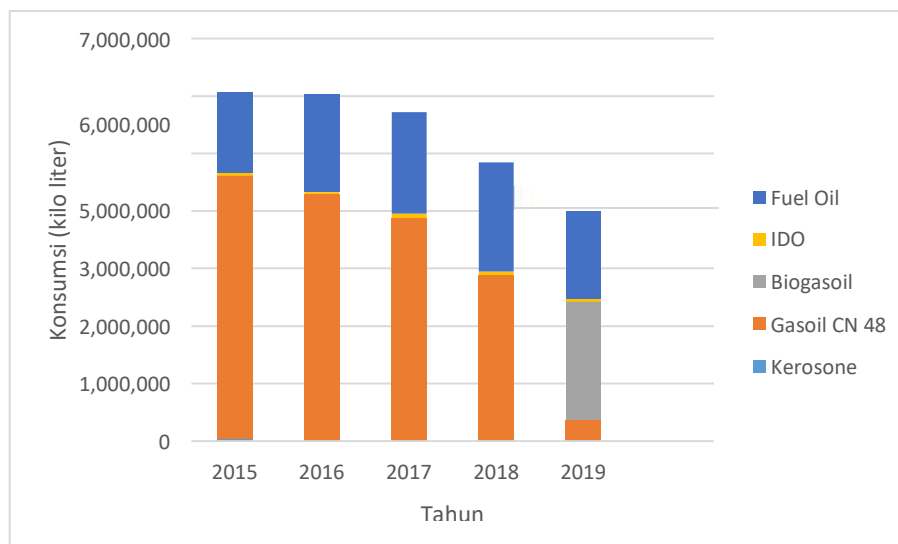
Grafik 9. Pasokan gas di Indonesia (Sumber: ESDM, 2020)

4. Konsumsi Energi Bahan Bakar Pada Sektor Industri

Konsumsi energi bahan bakar di Indonesia terus mengalami penurunan setiap tahunnya. Pola konsumsi bahan bakar dalam negeri disajikan pada Grafik 10. Pada tahun 2019, konsumsi bahan bakar dalam negeri turun menjadi 266,4 ribu BOE. Sedangkan jika dilihat pada sektor industri, energi bahann bakar ini dibagi menjadi beberapa produk diantaranya Kerosone, Gasoli CN 48, Biogasoil, IDO, dan Fuel Oil. Jumlah konsumsi beberapa produk bahan bakar ini diperlihatkan pada Grafik 11.



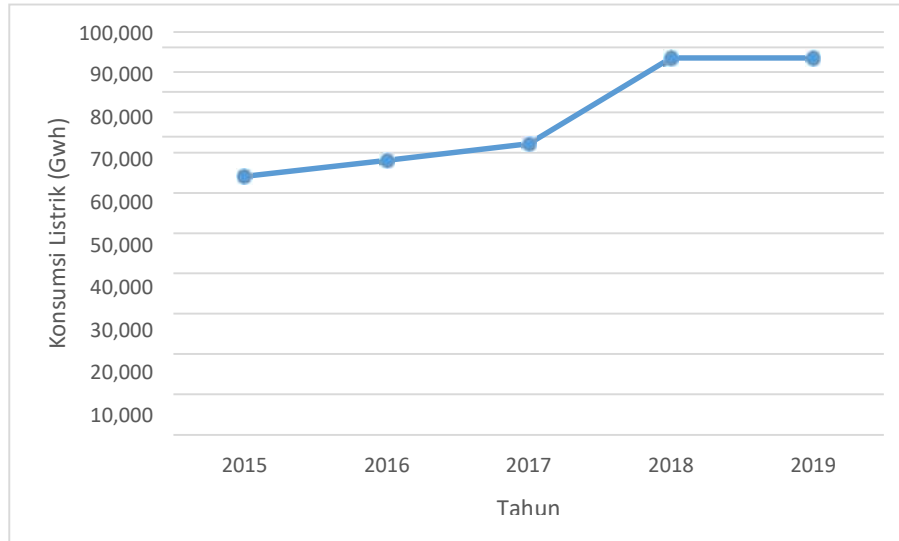
Gambar 10. Konsumsi bahan bakar di Indonesia (Sumber: ESDM, 2020)



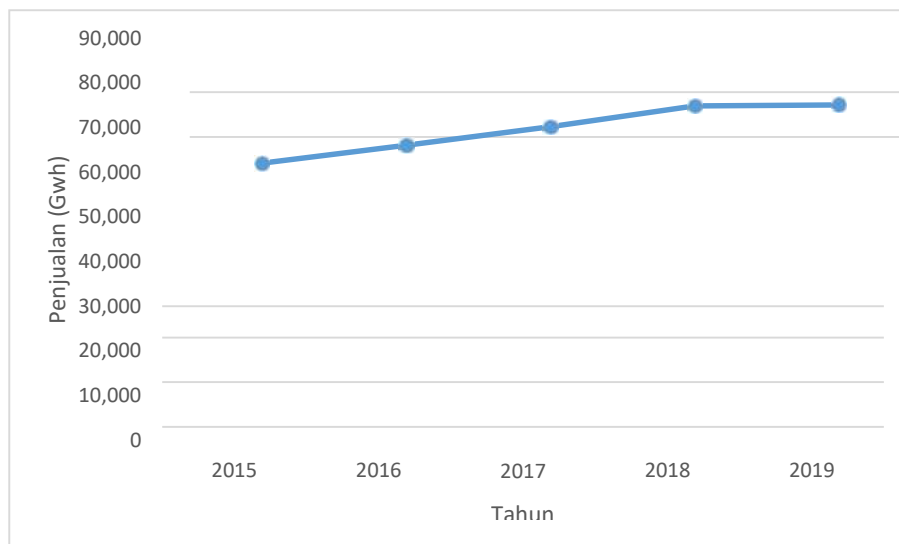
Grafik 11. Konsumsi energi bahan bakar pada sektor industri (Sumber: ESDM, 2020)

5. Konsumsi Listrik Pada Sektor Industri

Konsumsi listrik pada sektor industri terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Data konsumsi dan penjualan energi listrik disajikan pada Grafik 12 dan Grafik 13.



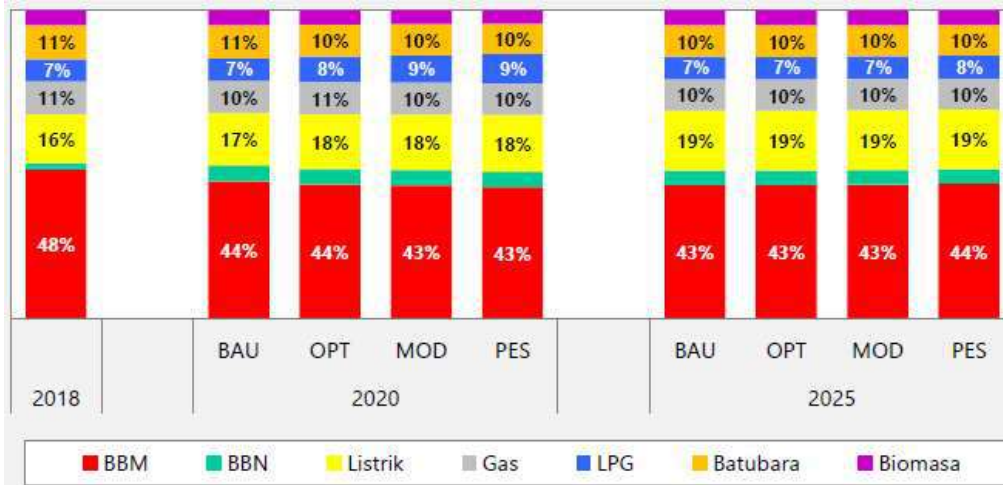
Grafik 12. Konsumsi energi listrik pada sektor industri (Sumber: ESDM, 2020)



Grafik 13. Penjualan energi listrik sektor industri (Sumber: ESDM, 2020)

6. Dampak COVID-19 Terhadap Konsumsi Energi Pada Sektor Industri

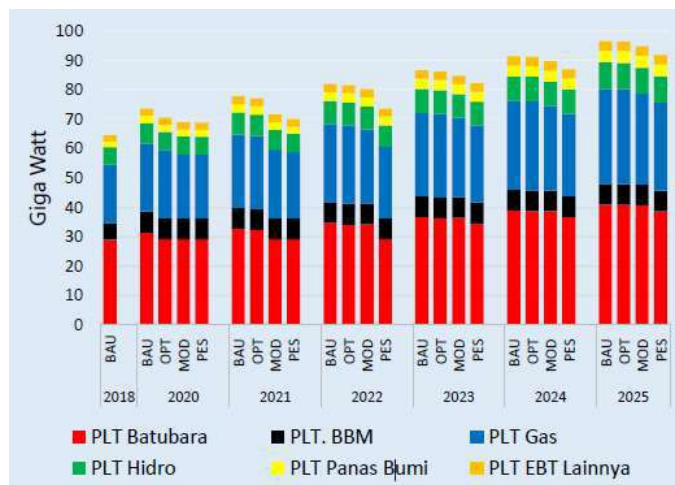
Selama pandemik COVID-19, sebagian pabrik menghentikan produksinya yang berakibat pada penurunan konsumsi energi. Penurunan konsumsi energi ini diproyeksikan akan mengalami penurunan 13.3-25.6% atau sebesar 45.9-88.5 juta SBM. Pada tahun 2018, konsumsi energi didominasi oleh BBM. Namun pada tahun 2020, LPG mengalami kenaikan sebesar 0.9-3.3% atau 0.6-2.4 juta SBM selama pandemi COVID-19. Hal ini dikarenakan meningkatkan kebutuhan rumah tangga selama pandemic berlangsung. Sementara jenis energi lain tidak mengalami perubahan yang berarti. Hal ini diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proyeksi konsumsi energi selama pandemik COVID-19

Berdasarkan neraca energi, penyediaan energi pun juga mengalami penurunan akibat pandemik COVID-19 (BPPT, 2020). Produksi batubara diperkirakan hingga 43 juta ton sehingga ekspor batubara menurun sekitar 33 juta ton. Impor batu bara juga mengalami penurunan sebesar 0.6-1.5 juta ton. Produksi minyak diperkirakan menurun hingga 84 juta SBM. Kebutuhan minyak bumi juga menurun hingga 73 juta SBM. Produksi BBM tahun 2020 diperkirakan menurun hingga 44 juta SBM. Kebutuhan BBM juga menurun hingga 119 juta SBM. Produksi gas bumi diperkirakan mengalami penurunan sebesar 86%. Sedangkan penyediaan EBT menurun sebesar 9.9-15.3% atau sekitar 23.6 juta SBM.

Dampak COVID-19 terhadap ketenagalistrikan mengakibatkan penurunan kapasitas pembangkit listrik. Pada tahun 2025, diperkirakan kapasitas total pembangkit hanya 120 MW turun 4 GW. Proyeksi kapasitas pembangkit listrik disajikan pada Gambar 5.



Gambar 2. Proyeksi kapasitas pembangkit listrik

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta unggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui Simlitabmas.

LUARAN WAJIB:

Status artikel: draft 80%

Buku teks : Peluang Efisiensi Energi pada Sektor Industri

Penerbit: LPPM UPNVY Press

LUARAN TAMBAHAN:

Status artikel: accepted

Nama conference: 2nd Asia Pacific Conference on Industrial Engineering and Operations Management (APIEOM 2021), 13-16 Desember 2021; <http://ieomsociety.org/indonesia2021/> indexed by Scopus

Judul artikel: "Modification of Non-delay Algorithm to Minimize Makespan"

Status artikel: accepted

Nama conference: Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM 2020) 13-16 Desember 2021; www.ieem.org/, indexed by IEEE

Judul artikel: "A Re-Evaluation of The Initial Mathematical Model for Triangular Pocket Machining Strategy"

E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (untuk Penelitian Terapan, Penelitian Pengembangan, PTUPT, PPUPT serta KRUPPT). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui Simlitabmas.

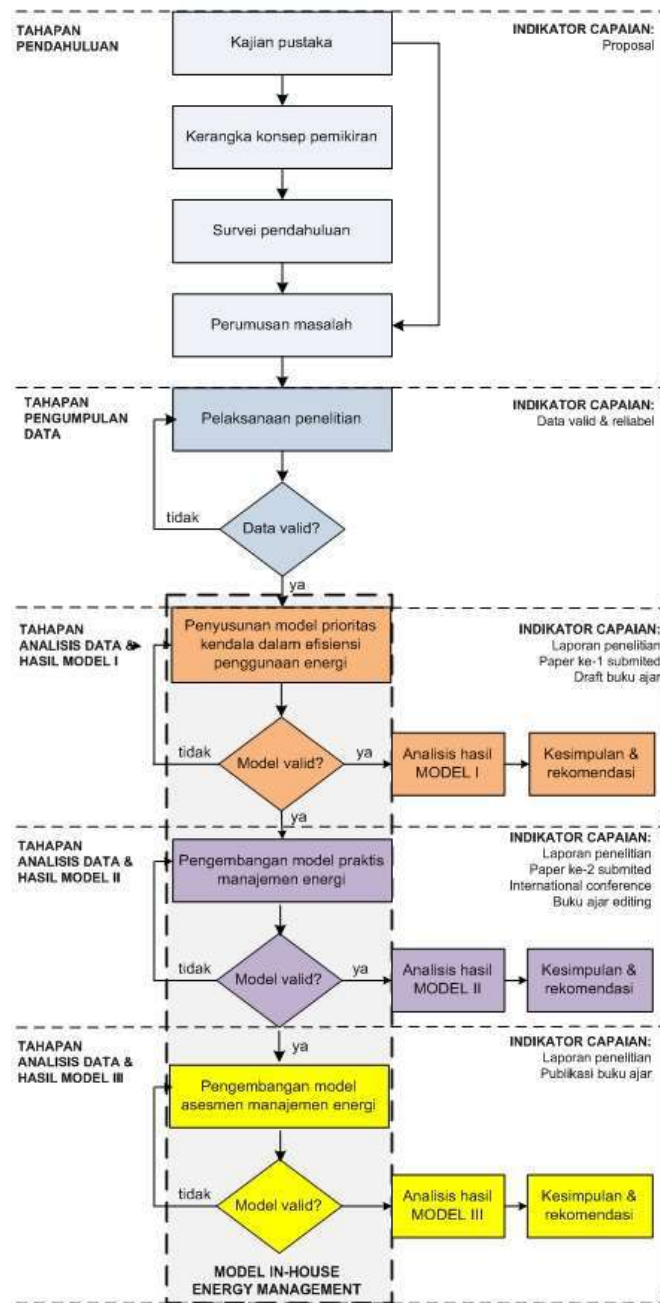
-- penelitian tidak menyertakan mitra --

F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Data konsumsi energi tidak tercatat dengan detail dan baik sehingga pola konsumsi tidak bisa terbaca dengan akurat. Selain pencatatan, pemanfaatan kapasitas produksi yang relatif rendah karena permintaan produk menurun karena situasi ekonomi saat ini yang sangat dipengaruhi pandemi COVID yang mengakibatkan penggunaan atau konsumsi energi tidak sepadan dengan hasil produk yang diperoleh.

Sulit sekali menembus jurnal internasional bereputasi bertema energi jika tidak disertai dengan data yang detail dan akurat.

G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian di tahun berikutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Jika laporan kemajuan merupakan laporan pelaksanaan tahun terakhir, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.



Gambar: Rencana analisis data penelitian pada setiap tahunnya

H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan kemajuan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. Abdelaziz, E. A, Saidur, R. and Mekhilef, S. (2011), A review on energy saving strategies in industrial sector. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), 150-168.
2. Asian Development Bank (ADB). (2016), *Indonesia: Energy Sector Assessment, Strategy, and Roadmap Energy Sector.* Manila, Philippines.
3. Haley, U.C.V and Douglas, A.S. (2011), Government policy and firm strategy in the solar photovoltaic industry. *California Management Review*, 54(1), 17-38.
4. Hosenuzzaman, M., Rahim, N. A., Selvaraj, J., Hasanuzzaman, M., Malek, A. A., and Nahar, A.. (2015), Global prospects, progress, policies, and environmental impact of solar photovoltaic power generation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 284-297
5. Karakaya, E. and Sriwannawit, P. (2015), Barriers to the adoption of photovoltaic systems: The state of the art. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 60-66.
6. Kuncoro, M. (2013), Indonesia's textile and its products industry: Recent development and challenges. *The Business and Management Review*, 1(3), 126-139.
7. Mekhilef, S., Saidur, R. and Safari, A. (2011), A review on solar energy use in industries. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 15(4), 1777-1790.
8. Ministry of Energy and Mineral Resources (MEMR) Republic of Indonesia (2012), *Energy Conservation Policy and Program in Indonesia*, Indonesia New Energy, Renewable Energy, and Energy Conservation Conference and Exhibition, Jakarta, Indonesia.
9. Ministry of Energy and Mineral Resources (MEMR) Republic of Indonesia (2015), *Indonesia Energy Efficiency and Conservation: Status, Gaps, and Opportunities*, Global Workshop to Accelerate Energy Efficiency, Copenhagen, Denmark.
10. Ministry of Energy and Mineral Resources (MEMR) Republic of Indonesia (2017), *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia*. Jakarta, Indonesia.
11. Nguyen, K. (2007), Alternatives to grid extension for rural electrification: Decentralized renewable energy technologies in Vietnam. *Energy Policy*, 35(4), 2579-89.
12. Solangi, K.H., Islam, M.R., Saidur, R., Rahim, N.A. and Fayaz, H. (2011), A Review on global solar energy policy, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(4), 2149-2163.
13. Szlavik, J. and Szep, T.S. (2017), Delinking of energy consumption and economic growth in the visegrad group. *Geographia Technica*, 12,139-149.
14. Thollander, P., Kimura, O., Wakabayashi, M. and Rohdin, P. (2015), A review of industrial energy and climate policies in Japan and Sweden with emphasis towards SMEs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 504-512.
15. Turon, C. and Gomis, J. (2016), Implementation of elements of sustainability applied to the urbanization of productive areas. *Geographia Technica*, 11(2),113-124.