

TESIS

PENINGKATAN KINERJA ASET KEBERLANJUTAN
BERDASARKAN *DYNAMIC DATA ENVELOPMENT ANALYSIS*



MUHAMAD NUGRAHA
20916030

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM MAGISTER
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023

PENINGKATAN KINERJA ASET KEBERLANJUTAN
BERDASARKAN *DYNAMIC DATA ENVELOPMENT*
ANALYSIS

Tesis untuk memperoleh Gelar Magister pada Program Studi
Teknik Industri Program Magister Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

MUHAMAD NUGRAHA
20916030

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM MAGISTER FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam karya tulis ini adalah asli hasil karya saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister dan seluruhnya saya buat dan susun sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang telah saya jelaskan sumber referensinya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pernyataan ini tidak benar dan melanggar ketentuan yang berlaku dalam karya tulis dan hak intelektual, maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik Kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 24 Agustus 2023



Muhamad Nugraha

الجامعة الإسلامية
بندونجا

Lembar Pengesahan

PENINGKATAN KINERJA ASET KEBERLANJUTAN
BERDASARKAN *DYNAMIC DATA ENVELOPMENT*
ANALYSIS

Tesis telah disetujui pada tanggal
02 Juli 2023

Pembimbing



Winda Nur Cahyo, ST., MT., Ph.D.
NIP. 025200519



Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Magister
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Winda Nur Cahyo, ST., MT., Ph.D.
NIP. 025200519

Lembar Pengesahan Penguji

PENINGKATAN KINERJA ASET KEBERLANJUTAN
BERDASARKAN *DYNAMIC DATA ENVELOPMENT*
ANALYSIS

MUHAMAD NUGRAHA
20916030

Tesis telah diuji dan dinilai oleh Panitia Penguji
Program Studi Teknik Industri Program Magister
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Pada Tanggal 24 Agustus 2023

Ketua	
Winda Nur Cahyo, S.T., M.Sc., Ph.D
Anggota I	
Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M
Anggota II	
Dr. Dwi Handayani, S.T., M.Sc

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Magister
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia





Winda Nur Cahyo, ST., MT., Ph.D.
NIP. 025200519

PENINGKATAN KINERJA ASET KEBERLANJUTAN
BERDASARKAN *DYNAMIC DATA ENVELOPMENT*
ANALYSIS

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penelitian ini saya persembahkan kepada Istriku Nurul Aini, Anak-anakku, Kedua Orang Tua dan keluargaku semua yang sudah memberikan dorongan motivasi baik secara langsung maupun tidak langsung untuk tetap bertahan dalam menyelesaikan tesis ini

PT Industri Kereta Api (Persero) yang sudah memberikan dukungan bantuan dana pendidikan sehingga penulis dapat melanjutkan program Magister Teknik Industri di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia dan menyelesaikan tesis ini.

Kopinka yang turut memberikan dukungan moral semoga semakin jaya dan terbebas dari praktik-praktik yang tidak sehat dan merugikan perusahaan

HALAMAN MOTTO

Belajarlah kamu semua, dan mengajarlah kamu semua, dan hormatilah gurugurumu, serta berlaku baiklah terhadap orang yang mengajarkanmu
(HR Thabrani).

Barangsiapa yang hendak menginginkan dunia, maka hendaklah ia menguasai ilmu. Barangsiapa menginginkan akhirat hendaklah ia menguasai ilmu, dan barangsiapa yang menginginkan keduanya (dunia dan akhirat) hendaklah ia menguasai ilmu
(HR Ahmad).

Pandanglah segala hal dari dekat dan kau bisa tahu wujud sejatinya
(Eric Weiner)

Belajarlah dimana saja kau mendapatkan ilmu, karena hasil yang kau dapat bergantung dari seberapa besar perjuanganmu bukan seberapa besar fasilitasmu
(Muhamad Nugraha)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang selalu memberikan berkah Kesehatan, Rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat beriring salam dihaturkan kepada Nabi Muhammad S.A.W. yang telah membawa umat manusia beranjak dari kondisi kebutaan ilmu pengetahuan hingga kemajuan pemikiran sebagaimana yang dirasakan saat ini. Atas ridha-Nya pula lah penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik yang berjudul “**Peningkatan Kinerja Aset Keberlanjutan Berdasarkan *Dynamic Data Envelopment Analysis***”.

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat guna memperoleh Gelar Magister pada Program Studi Teknik Industri, Program Master Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Kesuksesan penyelesaian tesis ini tidak luput dari dukungan dan bimbingan berbagai pihak terkait. Oleh karena itu, dengan penuh rasa terima kasih penulis hanturkan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia;
2. Bapak Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri, Program Magister Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia dan sekaligus selaku Pembimbing yang telah berkenan menyumbangkan ilmu dan pengetahuan serta arahnya untuk menyelesaikan tesis ini;
3. Seluruh dosen dan karyawan Program Studi Teknik Industri, Program Magister Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, yang telah banyak memberikan bantuan serta ilmu selama menempuh Pendidikan;
4. Pihak PT Industri Kereta Api (Persero) yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan studi hingga penyelesaian tesis tanpa hambatan apapun.
5. Pihak Kopinka yang turut serta membantu dan memberikan dukungan moral selama proses perkuliahan dan penyusunan tesis ini;
6. Istriku Nurul Aini dan Anak-anakku yang tulus menemani dan mendoakan selama proses Pendidikan Magister hingga akhir penyelesaian tesis ini;

7. Kedua Orangtua dan seluruh keluarga yang turut memberikan motivasi kepada penulis;
8. Rekan-rekan kerja di Divisi Satuan Pengawasan Intern yang turut membantu dalam penyelesaian tesis ini.
9. Teman-teman Program Studi Magister Teknik Industri Angkatan 30 yang telah berjuang bersama untuk menyelesaikan pendidikan Magister Teknik Industri;
10. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang turut andil dalam penyelesaian tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kata sempurna sehingga penulis masih membutuhkan kritik, saran dan perbaikan di masa depan. Akhir kata penulis berharap tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dalam proses penerapan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, 24 Agustus 2023

Penulis,

Muhamad Nugraha

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
ABSTRAK	2
BAB I PENDAHULUAN	3
1.1. Latar Belakang	3
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Landasan Teori	7
2.1.1. Manajemen Aset	7
2.1.2. Indikator Keberlanjutan (Sustainability).....	10
2.1.3. Manajemen Perubahan	12
2.1.4. Dynamic Data Envelopment Analysis (DDEA)	16
2.2. Kajian Induktif	19
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1. Objek Penelitian	23
3.2. Jenis dan Sumber Data	23
3.3. Metode Analisis Data	24
3.3.1. Model Dynamic Data Envelopment Analysis.....	24
3.3.2. Pengolahan Data	25
3.4. Asumsi dan Batasan Penelitian	25
3.5. Bagan Proses Alur Penelitian	27
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	35
4.1. Gambaran umum data kinerja aset keberlanjutan Perusahaan	30

4.1.1. Profil data output aset keberlanjutan	30
4.1.2. Profil data input sebagai indikator aset keberlanjutan	31
4.2. Identifikasi efisiensi indikator aset keberlanjutan	
berdasarkan <i>Dynamic Data Envelopment Analysis</i> (DDEA) ...	35
4.2.1. Identifikasi <i>Decision Making Unit</i> (DMU)	35
4.2.2. Identifikasi efisiensi indikator aset keberlanjutan berdasarkan <i>Dynamic Data Envelopment Analysis</i> (DDEA)	36
4.2.3. Analisa <i>slack</i> indikator aset keberlanjutan dan optimasi efisiensi variabel input	36
BAB V PEMBAHASAN	39
5.1. Analisa efisiensi aset keberlanjutan berdasarkan DDEA terhadap kinerja perusahaan	39
5.2. Analisa aspek ekonomi dan implikasi kebijakan terhadap skor efisiensi kinerja aset keberlanjutan	40
5.3. Analisa aspek sosial dan implikasi kebijakan terhadap skor efisiensi kinerja aset keberlanjutan	41
5.4. Analisa aspek lingkungan dan implikasi kebijakan terhadap skor efisiensi kinerja aset keberlanjutan	43
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN	45
6.1. Simpulan	45
6.2. Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Model pengujian kembali atas indikator keberlanjutan	11
Tabel 2.2 Indikator keberlanjutan yang dilakukan <i>assessment</i>	11
Tabel 2.3 Tindakan dan hambatan setiap langkah perubahan organisasi	15
Tabel 2.4 Matrik Penelitian sebelumnya	26
Tabel 3.1 Satuan variabel <i>input</i> dan <i>output</i> penelitian	29
Tabel 3.2 Variabel operasional penelitian	30
Tabel 4.1 Jumlah output produk kereta api yang dihasilkan dalam periode waktu tahun 2018 s.d. 2022 berdasarkan jenisnya	34
Tabel 4.2 Data informasi tingkat biaya pemeliharaan atas mesin las terhadap total pemeliharaan aset mesin produksi sebagai indikator aset keberlanjutan	36
Tabel 4.3 Data informasi tingkat availability mesin las terhadap kegagalan fungsi aset sebagai indikator aset keberlanjutan	36
Tabel 4.4 Data informasi tingkat konsumsi material bahan baku dalam proses produksi sebelumnya sebagai indikator aset keberlanjutan	36
Tabel 4.5 Data informasi tingkat biaya dampak lingkungan sebagai indikator aset keberlanjutan	37
Tabel 4.6 Data informasi tingkat biaya dampak kesehatan sebagai indikator aset keberlanjutan	37
Tabel 4.7 Data informasi tingkat kejadian kecelakaan dan potensi kecelakaan (Insiden & Accident) sebagai indikator aset keberlanjutan	37
Tabel 4.8 Data informasi tingkat persentase material yang cacat pada proses produksi sebagai indikator aset keberlanjutan	38
Tabel 4.9 Data informasi tingkat limbah berbahaya sebagai indikator aset keberlanjutan.....	38
Tabel 4.10 Data informasi tingkat konsumsi energi listrik perusahaan sebagai indikator aset keberlanjutan	38
Tabel 4.11 Rentang waktu penelitian sebagai Decision Making Unit (DMU)	39
Tabel 4.12 Data identifikasi indikator aset keberlanjutan berdasarkan DDEA.....	40
Tabel 4.13 Hasil identifikasi efisiensi indikator aset keberlanjutan berdasarkan DDEA	40

Tabel 4.14 Hasil analisis slack indikator aset keberlanjutan berdasarkan DDEA periode tahun 2018 - 2022	41
Tabel 4.15 Hasil analisis target input indikator aset keberlanjutan berdasarkan DDEA periode tahun 2018 - 2022	42

ABSTRAK

Keberhasilan industri sering diukur melalui kinerja keberlanjutan, karena berfungsi sebagai tolak ukur pertimbangan bagi manajer aset dalam melakukan suatu tindakan, perencanaan dan keputusan. Namun perubahan pendayagunaan aset fisik antar entitas tidak hanya berdampak pada siklus hidup aset tersebut, melainkan juga terhadap aset keberlanjutan yang akan mempengaruhi kinerja perusahaan dalam hal mengendalikan efisiensi perusahaan. DDEA merupakan metode analisis yang dapat digunakan untuk menilai tingkat efisiensi atas kinerja aset keberlanjutan. Kinerja aset keberlanjutan diukur menggunakan variabel biaya pemeliharaan, *availability* aset, konsumsi material sebagai aspek ekonomi, variabel biaya dampak lingkungan, biaya kesehatan pegawai dan Accident & Insident sebagai aspek sosial dan variabel material *reject*, limbah berbahaya, biaya konsumsi energi sebagai aspek lingkungan. Dari hasil analisis kinerja aset keberlanjutan melalui metode DDEA pada periode tahun 2018 s.d. 2022, menunjukkan bahwa baik sebelum maupun setelah perubahan organisasi tidak berdampak signifikan. Hal ini ditunjukkan dengan tingkat efisiensi indikator aset keberlanjutan atas dampak perubahan organisasi ditemukan pada DMU 1, DMU 2, DMU 3, DMU 5, DMU 6, DMU 9 dan DMU 10 telah menunjukkan capaian kondisi *Constant*/efisien dengan *input-oriented CRS Efficiency* berada pada skor 1. Sedangkan pada DMU 4, DMU 7 dan DMU 8 menunjukkan kondisi *increasing* dengan *input-oriented CRS Efficiency* berada pada < 1 .

Kata Kunci:

Perubahan Organisasi, Aset Keberlanjutan, DDEA, Aset Fisik

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di era disrupsi saat ini tidak hanya bisnis individu tetapi seluruh industri dan ekosistem bisnis dituntut untuk mampu bersaing dan bertahan terhadap kondisi perubahan model bisnis baru yang terjadi (Kumaraswamy, et al., 2018; Sippl, et al., 2022). Berbagai pertahanan yang dibangun oleh masing-masing industri untuk tetap eksis di era disrupsi ini, diantaranya dengan melakukan perubahan-perubahan dalam organisasi agar lebih *agile* (Muralidaran, 2015; Saetren & Laumann, 2017). Konsepsi ini juga didukung oleh Kashikar, et al., (2016), bahwa perubahan organisasi yang lebih *agile* dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas. Badan Usaha Milik Negara (BUMN) Republik Indonesia juga tidak luput dari dampak disrupsi, yang selanjutnya melakukan perubahan struktur bisnis di berbagai organisasi dengan tujuan *refocusing business* (Kementerian Badan Usaha Milik Negara, 2021). Dengan demikian industri dapat mengatasi situasi yang tidak terduga sebelumnya untuk bertahan hidup dalam lingkungan yang kompetitif.

Adanya perubahan organisasi dapat memberikan dampak yang akan mempengaruhi kinerja industri (Sofat, et al., 2015). Sementara membuat model dan menilai kinerja pembangunan keberlanjutan telah menjadi tantangan utama perusahaan manufaktur (Garbie, 2014). Ditambahkan oleh Kroll, et al., (2017) untuk menuju organisasi yang *agile* harus dilakukan adaptasi melalui perubahan terhadap proses bisnis dan struktur organisasi, sehingga dapat menghasilkan langkah-langkah yang *agile* dan berkelanjutan.

Keberhasilan suatu industri sering diukur dengan menggunakan kinerja keberlanjutan melalui indikator sosial, lingkungan dan ekonomi (Liyanage, et al., 2009; Sinha, et al., 2017; Cagno, et al., 2019; Ghaleb & Taghipour, 2022). Selain itu, karena keberlanjutan juga berfungsi sebagai tolak ukur pertimbangan bagi manajer aset dalam melakukan tindakan, perencanaan dan suatu keputusan yang akan diusulkan (Sinha, et al., 2017; Abdi & Taghipour, 2019). Hal ini memberikan gambaran, bahwa dari aktifitas industri untuk menghasilkan nilai ekonomi suatu produk juga memberi dampak terhadap masyarakat, keselamatan dan kesehatan

lingkungan disekitarnya. Dengan demikian, kepatuhan dalam pemeliharaan aset, proses produksi dan proses manufaktur selama operasi harus selalu dilakukan pengendalian untuk mengurangi dampak dari industri terhadap ekonomi, masyarakat dan lingkungan sekitar (Ghaleb & Taghipour, 2022).

PT Industri Kereta Api yang selanjutnya disebut Perusahaan, merupakan bagian dari BUMN di Indonesia yang bergerak dalam pembuatan kereta api dan alat transportasi lainnya di Indonesia, sesuai rencana jangka Panjang Perusahaan tahun 2020-2024, telah merencanakan melakukan perubahan organisasi. Berdasarkan database asset s.d. tahun 2022, Perusahaan memiliki ± 1.287 jenis aset fisik yang dikelola oleh manajer aset, dan sebanyak 527 unit atau sekitar 41% dari total 1.287 unit aset jenis mesin produksi yang ada merupakan aset jenis welding machine yang digunakan untuk kegiatan produksi (aset produksi). Namun pendayagunaan masing-masing aset Perusahaan pun telah mengalami pergeseran yaitu berpindah kepada subsidiary sekitar 75% dan kepada affiliation company sekitar 10%, dan yang dikelola oleh manajer aset Perusahaan menjadi hanya sekitar 15% saja.

Konsep manajemen aset banyak di adopsi guna mengoptimalkan pengambilan keputusan dari sisi penyeimbangan biaya, risiko dan kinerja bagi perusahaan-perusahaan yang padat aset (Trindade, et al., 2019; Maletic, et al., 2022). Namun perubahan pendayagunaan aset fisik antar entitas yang berbeda tentunya tidak hanya berdampak pada siklus hidup, melainkan risiko pemeliharaan terhadap aset berkelanjutan. Hal ini guna memastikan keamanan, ketersediaan dan keandalan serta penyediaan produk sesuai kualitas yang dibutuhkan (Ghaleb & Taghipour, 2022). Dilanjutkan oleh Lima, et al., (2021) bahwa manajemen aset memungkinkan organisasi untuk mewujudkan nilai dan manfaat keberlanjutan dari asetnya. Hal ini dapat dicapai diantaranya apabila pemeliharaan diterapkan dengan tepat (Ghaleb & Taghipour, 2022; Hami, et al., 2019). Pandangan ini selaras dengan Cahyo, (2019) Ini adalah dukungan penting untuk tetap produktif dan sumber utama penghematan biaya keseluruhan yang tidak perlu dan tak terduga. Sehingga koreksi dan perbaikan sistem pada manajemen aset Perusahaan harus terus dievaluasi agar

selaras dengan tujuan yang diharapkan dan sesuai dengan tata kelola perusahaan yang baik (Cho, et al., 2015; Novita, 2017).

Pentingnya manajemen aset bagi suatu industri memberikan gambaran bahwa adanya perubahan organisasi akan memberikan risiko tersendiri bagaimana aset tersebut dimanfaatkan dan dikelola secara professional, serta dapat mempertahankan keberlanjutan aset. Hal ini mengingat perubahan yang dihasilkan akan berimplikasi mengubah struktur organisasi dan operasi (Kocho, 2017). Ditambahkan oleh Sippl, et al., (2022) dampak lain dari perubahan organisasi juga pada pembagian tugas dan tanggung jawab yang multi dimensi. Hal ini sejalan dengan Hastings, (2015) bahwa dalam manajemen perubahan diantaranya akan berdampak pada proses bisnis, kesehatan dan keselamatan, lingkungan, regulasi dan pengelolaan aset.

Berdasarkan dampak-dampak yang ditimbulkan dari adanya perubahan organisasi tersebut, peneliti telah melakukan studi empiris pada penelitian sebelumnya. Trianni, et al., (2019) dalam penelitiannya melalui studi empiris menggunakan metode eksplorasi kasus, melakukan pengujian kembali pada model Garbie (2014) atas 80 indikator keberlanjutan (43 indikator aspek ekonomi, 20 indikator aspek sosial dan 17 indikator aspek lingkungan) sebagai ukuran kinerja keberlanjutan industri pada industri manufaktur di Italia dan Jerman. Ghaleb & Taghipour, (2022), dalam penelitiannya menilai dampak praktik dari pemeliharaan terhadap keberlanjutan aset pada perusahaan manufaktur yang berada di wilayah Jerman, dengan mengukur tingkat efisiensi pada aspek lingkungan (konsumsi energi, limbah, tingkat kebisingan), sosial (kejadian kecelakaan, kejadian kerusakan, waktu tidak siap operasi) dan ekonomi (biaya pemeliharaan, keandalan aset, waktu antara kerusakan).

Dari pertimbangan studi empiris tersebut, tampaknya belum terdapat hasil yang menunjukkan evaluasi kinerja terhadap aset keberlanjutan dengan mempertimbangkan aspek dinamis melalui *Dynamic Data Envelopment Analysis*. Dengan demikian, peneliti memandang perlu untuk melakukan pendalaman terhadap aspek aset keberlanjutan yang mengedepankan tahap evaluasi atas dampak

perubahan organisasi di perusahaan, hal ini untuk mendapatkan simpulan yang memberikan manfaat.

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian ini memiliki rumusan masalah:

1. Bagaimana identifikasi efisiensi indikator aset keberlanjutan berdasarkan *Dynamic Data Envelopment Analysis*?
2. Bagaimana meningkatkan efisiensi aset keberlanjutan berdasarkan *Dynamic Data Envelopment Analysis*?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. untuk mengetahui identifikasi efisiensi indikator aset keberlanjutan berdasarkan *Dynamic Data Envelopment Analysis*;
2. untuk mengetahui peningkatan efisiensi aset keberlanjutan berdasarkan *Dynamic Data Envelopment Analysis*.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini diharapkan:

1. Bagi Perusahaan memberikan masukan terkait identifikasi dan peningkatan efisiensi manajemen aset berkelanjutan. Analisa yang dihasilkan dan identifikasi risiko-risiko yang kemungkinan terjadi serta diketahui cara penanggulangannya atau tindakan pencegahannya (rancangan mitigasi), berguna sebagai bahan pengambil keputusan dalam melakukan manajemen aset fisik berkelanjutan di Perusahaan.
2. Bagi perkembangan keilmuan yaitu penerapan konsep ilmu manajemen aset berkelanjutan pada perusahaan yang berkembang dan bermanfaat bagi masyarakat.

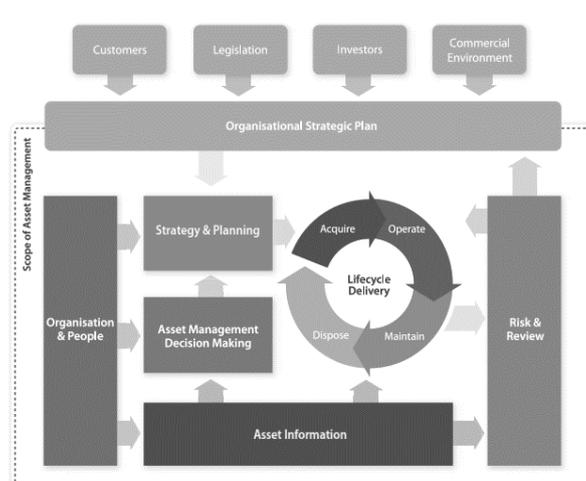
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 dalam karya tulis ini akan membahas tentang teori-teori dan konsep yang terkait dengan penelitian dan dijadikan dasar dalam pengambilan kesimpulan. Penelitian ini juga menggunakan referensi dari laporan periode institusi/Lembaga terkait dan jurnal-jurnal referensi baik dari referensi Indonesia maupun luar negeri.

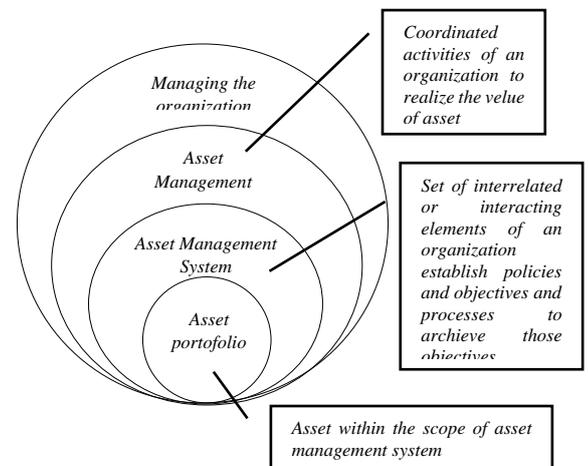
2.1. Landasan Teori

2.1.1 Manajemen Aset

Aset adalah barang, benda, atau entitas yang memiliki nilai potensial atau aktual bagi suatu organisasi, sedangkan manajemen aset merupakan upaya penyeimbangan biaya, peluang dan risiko terhadap kinerja aset yang diinginkan untuk mencapai tujuan organisasi (Brown & Spare, 2004; ISO 55000, 2014). Menurut Hastings, (2015) dan Cahyo, (2019) bahwa manajemen aset sesuatu hal yang mempunyai nilai potensial/aktual suatu organisasi atau perusahaan. Sedangkan sistem manajemen aset, merupakan seperangkat elemen yang saling terkait dan berinteraksi dari suatu organisasi yang berguna untuk menetapkan kebijakan dan tujuan manajemen aset termasuk proses yang dibutuhkan (Guillen, et al., 2016). Dijelaskan juga dalam ISO 55000, (2014) bahwa sistem manajemen aset digunakan oleh organisasi untuk mengarahkan, mengoordinasikan, dan mengendalikan aktivitas manajemen aset.

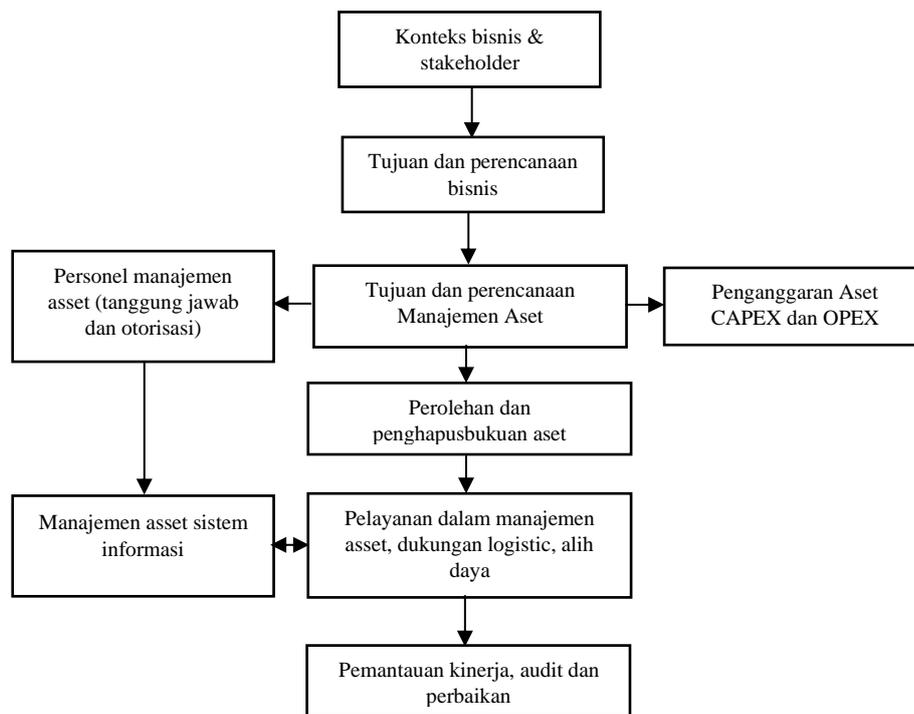


Gambar 2.1. Model Konsep Manajemen Aset (The IAM's Conceptual Model) (The Institute of Asset Management (IAM), 2015)



Gambar 2.2. Korelasi antara *asset management system* dan *asset management* (Cahyo, 2019)

Fungsi manajemen aset berhubungan dengan isu-isu strategik dari kondisi bisnis yang akan berdampak pada perencanaan manajemen aset. Menurut Cahyo, (2019) bahwa manajemen aset berkaitan dengan manajemen siklus hidup yang melibatkan siklus hidup pada tahap pengembangan dan akuisisi, tahap operasi dan pemeliharaan, dan tahap pembuangan. Selain itu dijelaskan juga oleh Hastings, (2015) pembangunan suatu bisnis/aset biasanya pada lingkup tren permintaan produk dan layanan, tren persyaratan produk dan layanan, perubahan pendapatan, biaya, atau keuntungan, peluang bisnis baru dan/atau pengembangan bisnis, pengembangan teknologi, keterbatasan regulasi termasuk peluang dan perubahan, *gap capacity asset*, kondisi aset, perubahan praktik operasional, sampai dengan fungsi atau pelayanan alih daya.



Gambar 2.3. Manajemen aset dalam konteks bisnis (Hastings, 2015)

Dijelaskan oleh Cahyo, (2019) manajemen aset ISO 55000, (2014) memiliki dampak positif bagi perusahaan diantaranya (1) meningkatkan kinerja keuangan; (2) terinformasinya keputusan investasi aset; (3) terkelolanya risiko; (4) meningkatkan pelayanan dan hasil output; (5) menunjukkan tanggungjawab sosial;

(6) menunjukkan kepatuhan; (7) meningkatkan reputasi; (8) meningkatkan keberlanjutan organisasi dan; (9) meningkatkan efektivitas dan efisiensi.

Manajemen aset yang baik dapat mempengaruhi perubahan organisasi dan budaya yang melingkupi perubahan proses, metode, teknik, sampai dengan struktur organisasi (Parlikad & Jafari, 2016). Menurut Hastings, (2015) bahwa manajemen aset bertujuan untuk menyediakan sumber daya dan keahlian untuk mendukung proses identifikasi, acquisition, dukungan pelayanan, dan penghapusbukuan dari kebutuhan aset perusahaan. Tujuan lain dijelaskan Lima, et al., (2021) bahwa agar suatu organisasi dapat mewujudkan nilai asetnya yang bergantung pada tujuan organisasi dan harapan pemangku kepentingan. Selain itu, strategi manajemen aset harus tanggap dan berpengaruh terhadap strategi bisnis, hal ini berkaitan dengan hubungan antara manajemen aset dan kinerja organisasi dari sudut pandang bisnis terdapat relevansi yang bermanfaat untuk organisasi (Lima, et al., 2021). Selain itu menurut Glover & Levacic, (2020) tujuan utama dari manajemen aset adalah untuk mengamankan kondisi fisik aset agar tetap baik. Hal tersebut memberikan pengertian bahwa manajemen aset bertujuan dalam memastikan perusahaan untuk mewujudkan nilai aset dalam mencapai tujuan perusahaan.

Perusahaan yang mengoperasikan kumpulan aset yang kompleks harus menjadikan strategi pemeliharaan sebagai isu utama dan berinvestasi dengan tepat di area tersebut, hal ini mengurangi risiko dan memaksimalkan laba atas investasi (Cahyo, 2019). Strategi pemeliharaan bertujuan untuk hal-hal berikut:

1. memaksimalkan jam kerja (kapasitas produktif).
2. memaksimalkan tingkat akurasi/toleransi (kemampuan untuk menghasilkan toleransi atau tingkat kualitas tertentu).
3. meminimalkan biaya per unit produksi.
4. meminimalkan risiko kerugian pada waktu yang tidak terduga.
5. mencegah bahaya keselamatan bagi karyawan dan masyarakat secara optimal.
6. Meminimalkan risiko kerusakan lingkungan.
7. mematuhi persyaratan uji tuntas nasional dan internasional.

2.1.2 Indikator Keberlanjutan (*Sustainability*)

Keberlanjutan adalah tentang mencapai keseimbangan antara tujuan ekonomi, sosial, dan lingkungan, yang merupakan tiga pilar keberlanjutan (*profit, people, planet*) (Elkington & H, 1999). Menurut Tjahjadi, et al., (2021) keberlanjutan yaitu perusahaan dalam meningkatkan kinerja harus memperhatikan masyarakat sebagai kebutuhan generasi sekarang dan masa depan. Machado, et al., (2020) menjelaskan bahwa konsep keberlanjutan pada manufaktur merupakan bagian integrasi proses dan sistem yang menggunakan sumber daya untuk menghasilkan produk dan layanan berkualitas (lebih berkelanjutan dengan lebih sedikit energi dan material) yang lebih aman dan ramah lingkungan bagi karyawan, pelanggan, dan masyarakat sekitar, serta mampu memitigasi dampak lingkungan dan sosial sepanjang siklus hidupnya.

Menurut beberapa peneliti, perusahaan yang berfokus pada *Triple Bottom Line (TBL)* dapat meningkatkan keunggulan kompetitifnya (Pemer, et al., 2020; Popolo, et al., 2022). Selaras dengan hal tersebut, Perusahaan yang kompetitif secara global semakin diminta untuk berkomitmen dan melaporkan kinerja keberlanjutan secara keseluruhan dari inisiatif operasional perusahaan (Labuschagne, et al., 2005). Garbie, (2014) mengenalkan indikator untuk menilai pembangunan keberlanjutan dari perusahaan manufaktur, hal ini penting karena tidak hanya untuk memperkirakan *Sustainability Development* secara kuantitatif, tetapi juga untuk menentukan persyaratan untuk kelangsungan hidup perusahaan tersebut.

Labuschagne, et al., (2005) menemukan bahwa untuk mengukur keberlanjutan perusahaan secara keseluruhan di negara berkembang seperti Afrika Selatan, pada tingkat operasional tidak mempertimbangkan semua aspek keberlanjutan (sosial, lingkungan dan ekonomi) seperti norma-norma sosial. Trianni, et al., (2019) telah melakukan pengujian kembali di perusahaan-perusahaan negara Italia dan Jerman atas model indikator keberlanjutan yang ditemukan oleh Garbie, (2014) bahwa tidak seluruh indikator menjadi tolak ukur kinerja utama, melainkan pada aspek lingkungan sebagian besar hanya

menganggap sebagai pemenuhan formalitas. Berikut indikator keberlanjutan yang dilakukan pengujian kembali:

Tabel 2.1. Model pengujian kembali atas indikator keberlanjutan Garbie (2014) (Trianni, et al., 2019)

Aspek Keberlanjutan	Indikator
Ekonomi (43)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Globalisasi dan isu-isu internasional 2. Masalah kontemporer dan kontigensi 3. Produk dan penelitian yang dirancang inovatif 4. Perusahaan manufaktur yang dikonfigurasi ulang 5. Strategi manufaktur 6. Evaluasi kinerja 7. Manajemen organisasi yang fleksibel
Sosial (20)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Manajemen kerja 2. Hak asasi manusia 3. Komitmen sosial 4. Masalah pelanggan 5. Praktek bisnis
Lingkungan (17)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Manajemen lingkungan 2. Penggunaan sumber daya 3. Polusi 4. Bahaya 5. Lingkungan alami

Ghaleb & Taghipour, (2022) telah menindaklanjuti hasil identifikasi indikator yang dilakukan oleh Trianni, et al., (2019), dengan menilai praktik pemeliharaan terhadap aset keberlanjutan pada perusahaan di Jerman. Indikator keberlanjutan yang dilakukan penilaian terbatas pada data yang tersedia yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.2. Indikator keberlanjutan yang dilakukan *assessment* oleh Ghaleb & Taghipour, (2022)

Aspek Keberlanjutan	Indikator
Lingkungan (3)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konsumsi energi 2. Limbah 3. Kebisingan
Sosial (3)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kecelakaan 2. Insiden 3. Frekuensi cedera
Ekonomi (3)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Biaya perawatan 2. Keandalan 3. Waktu antara kegagalan

Analisa penilaian yang dilakukan Ghaleb & Taghipour, (2022) dengan menginduksi korelasi antara ukuran efisiensi pemeliharaan dan setiap indikator yang dipilih dalam data yang dihasilkan.

2.1.3 Manajemen Perubahan

Manajemen perubahan merupakan upaya strategi yang dilakukan oleh suatu perusahaan guna mencapai keberlanjutan bisnis jangka panjang (Hashim, 2013). Sejalan dengan Frikha, et al., (2021) salah satu cara untuk meningkatkan ketahanan organisasi, dengan menerapkan *business continuity management*. Namun menurut Saetren & Laumann, (2017), untuk menyelesaikan proses perubahan akan banyak mengalami resistensi, hal ini berkaitan dengan kepercayaan dan kemauan para penerima perubahan. Pertimbangan informasi juga menjadi sangat penting dengan menjadi salah satu penghubung ke beberapa proses bisnis sesuai prioritas (Agostinho, 2015). Kondisi ini diperkuat dengan hanya sebagian kecil saja yang berhasil melewati proses perubahan dengan berbagai labelnya seperti manajemen kualitas total, rekayasa ulang, pengukuran tepat guna, restrukturisasi, perubahan budaya, perubahan organisasi dan beberapa lainnya (Kumarasinghe & Dilan, 2021).

Terdapat beberapa teori dan konsep untuk menyelesaikan permasalahan manajemen perubahan, seperti yang dijelaskan menurut Kotter, (2007) terdapat delapan langkah yaitu: 1) membangun rasa urgensi; 2) membangun tim pemandu yang kuat; 3) menciptakan visi; 4) mengkomunikasikan visi; 5) memberdayakan orang lain sesuai visi dan menyingkirkan hambatan; 6) merencanakan dan menciptakan keberhasilan jangka pendek; 7) mengonsolidasikan perbaikan dan menghasilkan lebih banyak perubahan; 8) menanamkan pendekatan baru dalam budaya perusahaan dan mempertahankan perubahan. Dari langkah-langkah tersebut Kotter, (2007) juga menjelaskan *best practice* yang telah dilakukan sebagian besar perusahaan di Amerika Serikat dalam melakukan perubahan dan tantangan yang dihadapi sebagai penghambat, yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.3. Tindakan dan hambatan setiap langkah perubahan organisasi (Kotter, 2007)

No.	Langkah-langkah	Tindakan yang dibutuhkan	Hambatan
1	Membangun rasa urgensi	<ul style="list-style-type: none"> - Memeriksa pasar dan kondisi pasar untuk mengetahui posisi krisis dan manfaat peluang yang belum dimanfaatkan. - Meyakinkan minimal 75% karyawan bahwa kondisi yang stagnan lebih berbahaya dari pada yang tidak diketahui. 	<ul style="list-style-type: none"> - Meremehkan kesulitan menggerakkan orang dari zona nyaman. - Lumpuh karena risiko
2	Membangun tim pemandu yang kuat	<ul style="list-style-type: none"> - Mengumpulkan suatu kelompok dengan komitmen dan kekuatan yang cukup untuk memimpin upaya perubahan. - Mendorong untuk bekerjasama sebagai tim diluar hierarki struktur normal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak memiliki pengalaman sebelumnya. - Menyerahkan kepemimpinan tim untuk sumber daya, kualitas dan eksekutif perencanaan strategis kepada lini manajer senior.
3	Menciptakan visi	<ul style="list-style-type: none"> - Ciptakan visi untuk mengarahkan pada upaya perubahan. - Membangun strategi untuk merealisasikan visi. 	Menyajikan visi yang terlalu rumit atau tidak jelas untuk dikomunikasikan dalam lima menit.
4	Mengkomunikasikan visi	<ul style="list-style-type: none"> - Gunakan setiap momen dan situasi/media yang memungkinkan untuk mengkomunikasikan mencapai visi baru dan strategi baru. - Ajarkan perilaku baru dengan contoh dan koalisi terpadu. 	<ul style="list-style-type: none"> - Meremehkan visi. - Berperilaku bertentangan dengan visi yang seharusnya.
5	Memberdayakan orang lain sesuai visi dan menyingkirkan hambatan	<ul style="list-style-type: none"> - Hapus atau ubah sistem atau struktur yang merusak visi - Mendorong pengambilan risiko dan ide, aktivitas dan tindakan tidak biasa. 	Gagal menyingkirkan individu yang kuat menolak upaya perubahan.
6	Merencanakan dan menciptakan keberhasilan jangka pendek	<ul style="list-style-type: none"> - Mendefinisikan dan merekayasa peningkatan kinerja - Mengakui dan menghargai kontribusi karyawan untuk perbaikan yang dilakukan. 	Mebiarkan keberhasilan jangka pendek s.d. peluang. Gagal mencetak kesuksesan lebih awal (12-24 bulan atas upaya perubahan)
7	Mengonsolidasikan perbaikan dan menghasilkan lebih banyak perubahan	<ul style="list-style-type: none"> - Menggunakan peningkatan kredibilitas dari kemenangan awal untuk perubahan sistem, struktur dan kebijakan yang merusak visi. - Rekrut, promosi, mengembangkan karyawan yang bisa mengimplementasikan visi. - Penyegaran kembali proses perubahan dengan proyek baru dan agen perubahan. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mendeklarasikan kemenangan terlalu cepat atas peningkatan kinerja pertama. - Membiarkan resistor meyakinkan pasukan bahwa perang telah dimenangkan.

No.	Langkah-langkah	Tindakan yang dibutuhkan	Hambatan
8	Menanamkan pendekatan baru dalam budaya perusahaan dan mempertahankan perubahan	<ul style="list-style-type: none"> - Mengartikulasikan koneksi antara perilaku baru dan kesuksesan perusahaan. - Menciptakan pengembangan kepemimpinan dan rencana suksesi yang konsisten dengan pendekatan baru. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak menciptakan norma sosial dan nilai-nilai bersama yang konsisten dengan perubahan. - Mempromosikan orang kedalam posisi pimpinan yang tidak mewujudkan pendekatan baru.

Keterangan: Kotter, 2007

Menurut Hashim, (2013) untuk memberikan manfaat yang optimal dalam perubahan organisasi dan stabilitas organisasi yang efektif, perlu mempertimbangkan lingkup internal dan eksternal, baik dalam hal yang menjadi kekuatan maupun yang menjadi kelemahan organisasi dengan melakukan empat langkah yaitu: 1) mengkaji kebutuhan untuk perubahan; 2) memulai perubahan/membuat langkah untuk perubahan; 3) menerapkan perubahan; 4) memantau dan mengevaluasi perubahan.

Menurut Gummings & Worley, (2015) untuk mendapatkan manajemen perubahan yang efektif terdapat langkah kegiatan yaitu 1) memotivasi perubahan termasuk dalam hal menciptakan kesiapan untuk perubahan danantisipasi adanya penolakan; 2) menciptakan visi terkait why dan what yang terjadi pada perubahan di masa depan; 3) mengembangkan dukungan politik dalam hal mendapatkan dukungan dari karyawan untuk menerapkan perubahan dan menghindari adanya kelompok penghalang; 4) mengelola transisi untuk membuat rencana kegiatan perubahan dan merencanakan menjaga komitmen karyawan serta membangun struktur manajemen untuk memandu organisasi; dan 5) mempertahankan momentum termasuk menyiadatkan sumber daya, sistem pendukung, agen perubahan dan mengembangkan kompetensi/keterampilan baru serta memperkuat perilaku baru untuk menyelesaikan proses perubahan.

Menurut Saetren & Laumann, (2017) untuk menghadapi situasi kritis dalam manajemen perubahan atau perubahan organisasi bergantung pada struktur yang telah dikembangkan sebelum kegagalan dampak perubahan terjadi. Masih oleh Saetren & Laumann, (2017) bahwa terdapat tiga langkah perubahan organisasi yang aman untuk industri berisiko tinggi yaitu: 1) persiapan dalam hal membuat

kebijakan yang jelas dan membuka pintu pertanyaan; 2) pemetaan terkait analisis faktor manusia (tugas pekerjaan yang berdampak), menyiapkan kegiatan rapat dan diskusi yang terdiri dari orang dengan keahlian berbeda, analisa dampak dimasa depan, dan kecukupan sumber daya pendukung dalam perubahan yang akan terjadi; 3) mengimplementasikan perubahan dengan secara berkelanjutan melakukan evaluasi dan pada kondisi terburuk harus siap untuk mengubah keputusan atau mengembalikan kepada struktur manajemen yang sudah ada.

Menurut Gogate, (2018) terdapat enam faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan proses perubahan organisasi yaitu: 1) mengembangkan visi dan strategi yang jelas untuk proses perubahan organisasi yang didukung dengan hasil output yang baik 2) memastikan bahwa perusahaan memiliki kepemimpinan yang kuat; 3) semua pemangku kepentingan harus dipahami, dilibatkan, berkomitmen, dan didukung; 4) membentuk tim perubahan yang kuat sesuai dengan kompetensi yang diperlukan untuk keberhasilan perubahan; 5) mendefinisikan dan menerapkan strategi yang terstruktur dan terintegrasi dengan baik; dan 6) melakukan evaluasi/asesmen keberhasilan atas tujuan perubahan.

Penyelesaian permasalahan manajemen perubahan yang efektif memberikan dampak positif bagi perusahaan untuk mencapai keyakinan karyawan, keunggulan kompetitif, pertumbuhan dan budaya yang mengalami perkembangan pesat secara dinamis. Sebagaimana dijelaskan oleh (Kumarasinghe & Dilan, 2021) bahwa terdapat beberapa manfaat perubahan organisasi yaitu:

1. Memungkinkan organisasi untuk merespon dengan cepat perubahan permintaan pelanggan;
2. Manajemen dan organisasi akan menyadari pentingnya perubahan dan manfaat yang diharapkan jika diimplementasikan dengan cara yang benar;
3. Lebih fleksibel ketika tekanan untuk berubah muncul. Kemampuan untuk beradaptasi dengan perubahan yang terjadi membantu organisasi meningkatkan proses, keterampilan pengambilan keputusan, dan pengembalian finansial;

4. Memfasilitasi identifikasi isu-isu yang memerlukan upaya perubahan dan memungkinkan organisasi untuk menjadi akrab dengan isu-isu yang memerlukan perencanaan perubahan;
5. Perubahan dapat dilaksanakan tanpa mempengaruhi kehidupan sehari-hari kegiatan organisasi;
6. Menyediakan manajemen pengetahuan dalam menilai dampak perubahan secara keseluruhan;
7. Pemahaman semua karyawan tentang proses perubahan dapat mengarah pada kinerja yang lebih baik, yang pada gilirannya meningkatkan kinerja organisasi;
8. Manajemen perubahan membantu organisasi untuk menemukan masalah, mengantisipasi tantangan, dan menanggapi secara efisien dan efektif;
9. Manajemen perubahan memungkinkan organisasi untuk menghemat biaya, meningkatkan laba atas investasi, dan mengurangi sumber daya, waktu, dan usaha yang terbuang;
10. Membangun peluang untuk pengembangan praktik terbaik, pengembangan kepemimpinan, dan pembangunan tim.

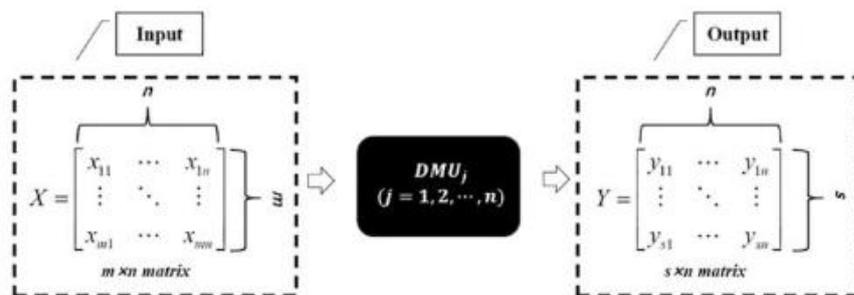
2.1.4 Dynamic Data Envelopment Analysis (DDEA)

Pendekatan DEA merupakan model pemrograman linier yang melihat hubungan antara aspek teknik dan pendekatan ekonomi dalam mengevaluasi dan mengendalikan tingkat efisiensi dari setiap *Decision Making Unit* (DMU) (Charnes, et al., 1978). Selain itu, DEA merupakan metode yang umum digunakan untuk mengevaluasi efisiensi relatif dari sekelompok DMU dengan banyak input dan output (Luo, et al., 2022; Kremantzis, et al., 2022). Ukuran efisiensi, dijelaskan dalam rasio maksimum dari bobot output terhadap bobot input dengan syarat bahwa rasio untuk setiap DMU kurang dari atau sama dengan satu (≤ 1). Secara rumus dijelaskan Charnes, et al., (1978) sebagai berikut:

Rumus 1: $\max h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}$ Syarat: $\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \rightarrow j = 1, \dots, n.$

$v_r, u_i \geq 0; \rightarrow r = 1, \dots, s; \text{ dan } i = 1, \dots, m \dots\dots\dots (1)$

Dari rumus 1 di atas untuk y_{rj}, x_{ij} merupakan nilai output dan input ke j dari DMU serta harus bernilai positif. Sedangkan $u_r, v_i \geq 0$ merupakan bobot variabel yang akan menentukan solusi dari masalah. DMU merupakan entitas homogen yang mengubah input menjadi output (Salehi, et al., 2020). Dilanjutkan oleh Salehi, et al., (2020) DEA membutuhkan matriks yang terdiri dari input, output, dan sampel pelengkap DMU. Setelah itu, model DEA dirumuskan berdasarkan karakteristik seperti metrik dan orientasi, untuk diimplementasikan ke dalam model dan diselesaikan, yang akan menghasilkan nilai efisiensi relatif dan perbandingan operasional setiap DMU (Salehi, et al., 2020; Liu, et al., 2022).

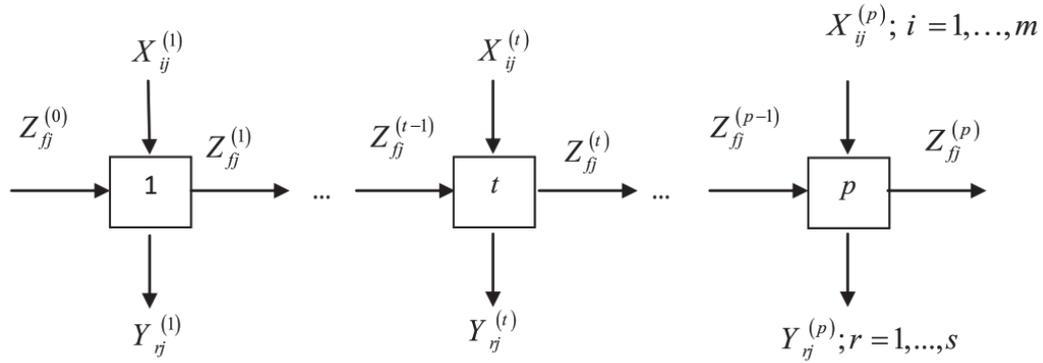


Gambar 2.4. Proses DEA (Liu, et al., 2022)

Menurut (Khrisna, 2016) ada beberapa manfaat atau kegunaan dari DEA yaitu:

1. Menjadi tolak ukur dalam memperoleh efisiensi relatif, yang berguna untuk mempermudah perbandingan antara unit yang sama;
2. Mengukur berbagai informasi efisiensi antar unit kegiatan ekonomi untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebabnya;
3. Menentukan dampak kebijakan sehingga berguna meningkatkan tingkat efisiensi objek yang menjadi kebijakan.

DEA dapat digunakan untuk menganalisis efisiensi dengan data statis pada satu periode atau data dinamis dengan menerapkan lintas periode (jangka panjang) dalam mengevaluasi nilai efisiensi (Wu & Lin, 2022). Dalam situasi dinamis, carry-over sering terjadi pada kebanyakan kasus (Tone & Tsutsui, 2014). Dijelaskan oleh Omrani & Soltanzadeh, (2016) bahwa struktur dinamis pada DEA merupakan jenis data series yang mempunyai struktur khusus pada masing-masing periode.



Gambar 2.5. Sistem dinamis dengan menghubungkan dua periode berurutan (Omrani & Soltanzadeh, 2016)

Berdasarkan Gambar 2.6. di atas pada $X_{ij}^{(t)}, Y_{rj}^{(t)},$ dan $Z_{fj}^{(t)}$ secara berurutan menunjukkan i sebagai input ($i = 1, \dots, m$), r sebagai output ($r = 1, \dots, s$) dan f sebagai *linking flow* ($f = 1, \dots, g$) untuk periode berikutnya dari j DMU ($j = 1, \dots, n$) pada masing-masing periode t . Dijelaskan juga bahwa:

$$X_{ij} = \sum_{t=1}^p X_{ij}^{(t)} = \text{sebagai jumlah total input ke } -i \text{ pada setiap periode } t.$$

$$Y_{ij} = \sum_{t=1}^p Y_{ij}^{(t)} = \text{sebagai jumlah total output ke } -r \text{ pada setiap periode } t.$$

Omrani & Soltanzadeh, (2016) menjelaskan bahwa untuk efisiensi relatif DMU₀ memiliki asumsi skala hasil konstan dihitung mengikuti outputnya.

$$\frac{1}{E_0} = \min \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{io} + \sum_{f=1}^g w_f Z_{fo}^{(0)} \right); \quad \text{Syarat: } \sum_{r=1}^s u_r Y_{ro} + \sum_{f=1}^g w_f Z_{fo}^{(p)} = 1$$

$$\left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} + \sum_{f=1}^g w_f Z_{fj}^{(0)} \right) - \left(\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} + \sum_{f=1}^g w_f Z_{fj}^{(0)} \right) \geq 0$$

$$\left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}^{(t)} + \sum_{f=1}^g w_f Z_{fj}^{(t-1)} \right) - \left(\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}^{(t)} + \sum_{f=1}^g w_f Z_{fj}^{(t)} \right) \geq 0$$

$$U_r, v_i, w_f \geq \varepsilon, i = 1, \dots, m; \rightarrow r = 1, \dots, s; j = 1, \dots, n$$

Dimana u_r, v_i dan w_f merupakan perkalian pada masing-masing output r , input i dan *carry over* ke f . model ini merupakan model berorientasi input yang mencoba untuk meminimalkan input sehubungan dengan output yang tetap.

2.2. Kajian Induktif

Penelitian sebelumnya menjadi dasar kajian sebagai referensi penelitian yang akan dilakukan. Pada hal ini, terdapat beberapa penelitian terdahulu yang digunakan peneliti sebagai sumber referensi untuk memecahkan rumusan masalah berkaitan dengan keberlanjutan aset melalui pendekatan DDEA.

Trianni, et al., (2019) dalam penelitiannya melalui studi empiris menggunakan metode eksplorasi kasus, melakukan pengujian pada model Garbie (2014) atas 80 indikator keberlanjutan sebagai ukuran kinerja keberlanjutan pada industry manufaktur di Italia dan Jerman. Temuan penelitian terdapat pergeseran prioritas indikator yang berbeda dari dari yang disampaikan oleh Garbie (2014) menjadi 43 indikator aspek ekonomi, 20 indikator aspek sosial dan 17 indikator aspek lingkungan.

Ghaleb & Taghipour, (2022), dalam penelitiannya menilai dampak praktik dari pemeliharaan terhadap keberlanjutan aset pada perusahaan manufaktur yang berada di wilayah Jerman, dengan mengukur tingkat efisiensi menggunakan DEA, Virtual Age Method, dan Hazard Rate Reduction Method pada aspek lingkungan (konsumsi energi, limbah, tingkat kebisingan), sosial (kejadian kecelakaan, kejadian kerusakan, waktu tidak siap operasi) dan ekonomi (biaya pemeliharaan, keandalan aset, waktu antara kerusakan). Temuan penelitian menunjukkan adanya plot korelasi silang, yaitu terdapat peningkatan konsumsi energi yang diikuti dengan peningkatan efisiensi pemeliharaan.

Omrani & Soltanzadeh, (2016) melakukan penelitiannya pada industri penerbangan di Iran melalui pendekatan DDEA dan Dynamic Network Model untuk periode tahun 2010 s.d. 2012. Hasil yang ditemukan bahwa DDEA dalam evaluasi kinerja sistem dan proses komponen pada industri dimaksud dapat mendeteksi proses yang tidak efisien dan memperbaikinya selama dalam rentang waktu.

Tone & Tsutsui, (2014) melakukan penelitian kinerja pada perusahaan listrik di U.S menggunakan pendekatan DDEA pada periode 5 tahun dari tahun 1991 s.d. 1995. Hasil yang ditemukan bahwa dalam 5 tahun menunjukkan efisiensi pada seluruh DMU.

Salehi, et al., (2020) melakukan evaluasi kinerja untuk menganalisis dan meningkatkan kapasitas adaptif di pabrik petrokimia melalui pendekatan kuantitatif terpadu. Data yang digunakan menggunakan kuesioner dengan variabel analisis pengaruh indikator resilient engineering kerjasama tim, redundansi terhadap kadar kapasitas adaptif melalui pendekatan DEA. Temuan penelitian menunjukkan bahwa kerja tim dan redundansi memiliki dampak positif pada peningkatan kadar kapasitas adaptif.

Wu & Lin, (2022) melakukan kajian kinerja produktivitas kegiatan internal yang terkait dengan aset wisata budaya menggunakan pendekatan Dinamis DEA yang bertujuan untuk mengukur efisiensi pariwisata di 14 tujuan asia. Dengan mempertimbangkan rentang waktu pada tahun 2015, 2017, dan 2019. Temuan penelitian menunjukkan perspektif dinamis dapat diintegrasikan ke dalam DEA untuk menawarkan penilaian yang lebih akurat tentang kinerja destinasi wisata budaya Asia.

Liu, et al., (2022) melakukan penelitian pada rumah sakit rehabilitasi dengan mengusulkan metode penilaian risiko dengan menggabungkan metode DEA dan model cloud dengan mengoptimalkan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Temuan penelitian menunjukkan bahwa pendekatan FMEA yang diusulkan dapat diterapkan di rumah sakit rehabilitasi untuk mengevaluasi proses rehabilitasi berbantuan robot dengan mengidentifikasi titik risiko dan kemudian memperbaikinya secara terorganisir. Selain itu, hasil simulasi maupun analisis sensitifitas menggambarkan kelayakan dan efektivitas metode tersebut.

Kremantzis, et al., (2022) melakukan evaluasi dan pengukuran terhadap pengukuran dan evaluasi struktur jaringan yang dikombinasikan dengan hierarki pada Business School di beberapa Universitas di Inggris, dengan menggunakan *multi-function parallel network hierarchical DEA systems* dari pengembangan DEA. Temuan menunjukkan bahwa model DEA dekomposisi adaptif linier dan

model DEA agregasi multiplikasi non-linier yang diusulkan sebagai alternatif untuk mengevaluasi kinerja operasi dari struktur hierarki menghasilkan tingkat efisiensi model aditif terbukti lebih besar.

Berdasarkan kajian Pustaka di atas, diketahui beberapa penelitian telah mengulas terkait pengukuran kinerja keberlanjutan dan melakukan Analisa terkait pengukuran tingkat efisiensi dengan menggunakan pendekatan DDEA, Secara matriks disajikan dalam tabel 2.4.

Perusahaan dalam rangka melakukan peningkatan kinerja aset keberlanjutan terhadap dampak perubahan organisasi, peneliti perlu mempertimbangkan adaptasi variabel yang disampaikan oleh Ghaleb & Taghipour, (2022) dalam mengevaluasi aset keberlanjutan yaitu dengan mengevaluasi aspek lainnya seperti aspek tingkat anggaran lingkungan dan aspek tingkat anggaran kesehatan. Selain itu, perlu dipertimbangkan kondisi bisnis jangka panjang sebagaimana diutarakan Wu & Lin, (2022) kondisi yang dinamis sangat mempengaruhi siklus operasional perusahaan dalam pengambilan keputusan. Melalui refocussing bussiness yang berimplikasi terhadap pelimpahan *main bussiness process* perusahaan dan pendayagunaan aset fasilitas produksi kepada *subsidiary company*, memberikan dampak tersendiri pada kegiatan pemeliharaan dan manajemen organisasi aset berkelanjutan, sehingga dapat berdampak pada kinerja perusahaan periode tertentu. Untuk mendapatkan hasil analisa kinerja aset keberlanjutan yang komprehensif, penelitian ini menggunakan pendekatan metode DDEA, yang diharapkan dapat menjadi bahan diskusi dan memberikan pandangan terkait aset keberlanjutan di Perusahaan.

Tabel 2.4. Matrik Penelitian sebelumnya

No.	Penulis	Objek	Metode Analisis	Hasil penelitian
1.	Trianni, et al., (2019)	Industry manufaktur di Italia dan Jerman	Eksplorasi kasus, snow ball	Terdapat pergeseran prioritas indikator yang berbeda dari dari yang disampaikan oleh Garbie (2014) menjadi 43 indikator aspek ekonomi, 20 indikator aspek sosial dan 17 indikator aspek lingkungan
2.	Ghaleb & Taghipour, (2022)	perusahaan manufaktur yang berada di wilayah Jerman	DEA, Virtual Age Method, dan Hazard Rate Reduction Method	Menunjukkan adanya plot korelasi silang yang artinya terdapat peningkatan konsumsi energi dan diikuti dengan peningkatan efisiensi pemeliharaan.
3.	Omrani & Soltanzadeh, (2016)	Industri penerbangan di Iran	Dynamic DEA & Dynamic Network DEA	dapat mendeteksi proses yang tidak efisien dan memperbaikinya selama dalam rentang waktu.
4.	Tone & Tsutsui, (2014)	Perusahaan penyedia listrik U.S	Dynamic DEA With Network Structure	Dapat mendeteksi terjadinya efisiensi untuk 21 Perusahaan Penyedia Listrik U.S, dan untuk rentang waktu penelitian dari tahun 1991-1995 seluruhnya menunjukkan terjadinya efisiensi.
5.	Salehi, et al., (2020)	pabrik petrokimia	DEA, indikator resilient engineering kerjasama tim	Menunjukkan bahwa kerja tim dan redundansi memiliki dampak positif pada peningkatan kadar kapasitas adaptif.
6.	Wu & Lin, (2022)	pariwisata di 14 tujuan asia	Dinamis DEA	Perspektif dinamis dapat diintegrasikan ke dalam DEA untuk menawarkan penilaian yang lebih akurat tentang kinerja destinasi wisata budaya Asia.
7.	Liu, et al., (2022)	rumah sakit rehabilitasi	metode DEA dan model cloud dengan mengoptimalkan <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> .	Pendekatan FMEA yang diusulkan dapat diterapkan di rumah sakit rehabilitasi untuk mengevaluasi proses rehabilitasi berbantuan robot dengan mengidentifikasi titik risiko dan kemudian memperbaikinya secara terorganisir. Selain itu, hasil simulasi maupun analisis sensitifitas menggambarkan kelayakan dan efektivitas metode tersebut.
8.	Kremantzis, et al., (2022)	Bussiness School di beberapa Universitas di Inggris	<i>multi-function parallel network hierarchical DEA systems</i> dari pengembangan DEA	Model DEA dekomposisi aditif linier dan model DEA agregasi multiplikasi non-linier yang diusulkan sebagai alternatif untuk mengevaluasi kinerja operasi dari struktur hierarki menghasilkan tingkat efisiensi sistem model aditif terbukti lebih besar.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab 3 dalam karya tulis ini akan dipaparkan mengenai metode penelitian yang digunakan untuk mengestimasi variabel melalui data yang diperoleh. Hasil estimasi data yang dapat menggambarkan kondisi objek penelitian akan digunakan untuk menjelaskan bahasan dalam penelitian dengan menggunakan dua analisis, yaitu analisis kuantitatif dan analisis deskriptif.

3.1. Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Perusahaan yang merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) Republik Indonesia, beralamat di Jalan Yos Sudarso No. 71 Kota Madiun untuk selanjutnya disebut Perusahaan. Masalah yang dijadikan objek penelitian yaitu peningkatan aset keberlanjutan dalam pelaksanaan pemeliharaan terhadap dampak adanya perubahan organisasi.

3.2. Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Data sekunder yang akan digunakan dalam penelitian ini, yaitu data sampel berupa data historis variabel input dan output yang berkaitan dengan peningkatan kinerja aset berkelanjutan dalam pelaksanaan pemeliharaan aset terhadap dampak adanya perubahan organisasi pada periode tahun 2018 s.d. 2022.
2. Data transaksi aset yang digunakan yaitu aset kelompok fasilitas produksi untuk proses produksi khususnya jenis *welding machine*.
3. Penentuan objek dan rentang waktu penelitian dipengaruhi oleh alasan siklus transaksi dan metodologi serta dari ketersediaan data yang dianggap berpengaruh terhadap konteks permasalahan. Kondisi tersebut dijelaskan:
 - a. Adanya kondisi pada rentang periode tahun 2018 s.d. 2022 Perusahaan mencapai fluktuasi kinerja perusahaan tertinggi, yang ditandai dengan

- capaian penjualan dan tingginya investasi aset dan adanya perubahan organisasi.
- b. Fenomena disrupsi organisasi yang akhir-akhir ini dikenalkan secara masif yang selanjutnya diikuti oleh BUMN Republik Indonesia dengan perubahan organisasi yang cukup signifikan, hal ini ditunjukkan dengan adanya penggunaan aset milik Perusahaan oleh *Subsidiary*.
4. Selain itu, metode pengambilan data didapatkan dari laporan berdasarkan *output software* aplikasi SAP ERP dan melalui *breakdown* dari laporan berkala berdasarkan laporan kinerja yang diterbitkan oleh Perusahaan.

3.3. Metode Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode analisis kuantitatif melalui pendekatan *Dynamic Data Envelopment Analysis (DDEA)* berkaitan dengan peningkatan kinerja aset keberlanjutan dalam pelaksanaan pemeliharaan aset terhadap dampak adanya perubahan organisasi.

3.3.1. Model Dynamic Data Envelopment Analysis

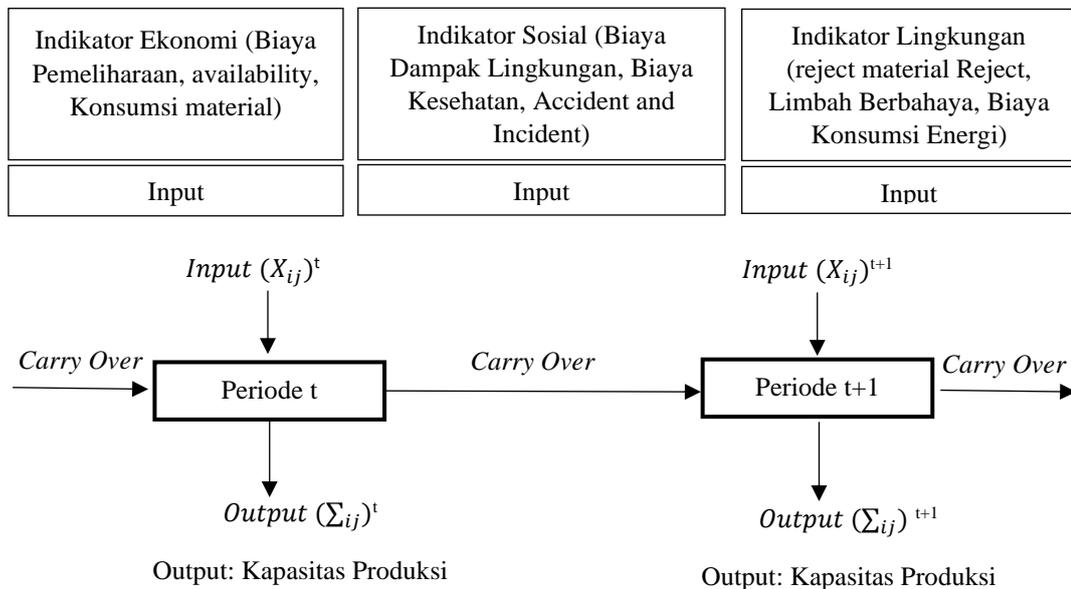
Analisa DDEA pada penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi pada variabel praktik pemeliharaan aset *welding machining* melalui pendekatan indikator berkelanjutan sebagai *input* dan jumlah produksi sebagai variabel output pada situasi jangka pendek dan jangka panjang. Sebagaimana dijelaskan bahwa ukuran efisiensi yang dijelaskan yaitu rasio maksimum bobot output terhadap bobot input dengan rasio setiap DMU kurang dari atau sama dengan satu ≤ 1 . Model tersebut adopsi dari Charnes, et. al., (1978) dengan penjelasan sebagai berikut:

$$\max h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}; \quad \text{syarat: } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \rightarrow j = 1, \dots, n. \quad (1)$$

$$v_r, u_i \geq 0; \rightarrow r = 1, \dots, s; \text{ and } i = 1, \dots, m \quad (2)$$

Model DDEA dalam penelitian ini menggunakan model yang pernah disampaikan oleh Omrani dan Soltanzadeh (2016) yang berorientasi pada input, guna meminimalkan input sehubungan dengan output yang tetap namun dilakukan penyesuaian pada variabel input sesuai hasil identifikasi indikator keberlanjutan

yang pernah disampaikan oleh Trianni, et al., (2019) dan Ghaleb & Taghipour, (2022). Sehingga model yang digunakan dalam penelitian ini menjadi sebagaimana pada gambar 3.1. di bawah ini:



Gambar 3.1 Model DDEA dalam aset keberlanjutan

Selain itu, Sistem dinamis yang dimaksud dalam penelitian ini yaitu berkaitan dengan waktu, dengan pertimbangan sebagaimana yang pernah disampaikan oleh Wu & Lin, (2022).

3.3.2. Pengolahan Data

Pengolahan data untuk mendapatkan hasil yang berguna dalam diskusi penelitian dilakukan dengan menggunakan *software* aplikasi DEA Frontier yang didapatkan dari <http://www.deafrontier.net/>.

3.4. Asumsi dan Batasan Penelitian

Fokus penelitian ini melingkupi beberapa hal yang menjadi batasan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan data sekunder atas aset fasilitas produksi di perusahaan khususnya pada aset jenis *welding machine* pada periode tahun 2018 s.d. 2022.

2. Penelitian ini dilakukan untuk lingkup aset *welding machine* yang pendayagunaannya dilakukan oleh *subsidiary* Perusahaan tanpa afiliasi namun masih dalam kontrol Perusahaan yang berdampak terhadap efisiensi.
3. Indikator keberlanjutan yang digunakan dalam penelitian ini bergantung pada ketersediaan data, sehingga dengan menghapus beberapa indikator keberlanjutan yang pernah dikaji dalam penelitian sebelumnya disesuaikan dengan kebutuhan Perusahaan.
4. Data yang tersedia pada system Aplikasi SAP memiliki informasi yang diperlukan untuk melakukan analisis. Hal ini memungkinkan untuk dinyatakan bahwa simpulan yang dihasilkan layak dalam hal ketersediaan data terkait justifikasi ekonomi keberlanjutan.
5. Variabel operasional sebagai variabel indikator aset keberlanjutan *input* dan *output* dalam penelitian ini dijelaskan masing-masingnya sebagai berikut:

Tabel 3.1 Variabel operasional penelitian

Pilar		Variabel	Indikator	Satuan
Sustainability				
Variabel Input				
Aspek Ekonomi (IEc)		Biaya Pemeliharaan (IEc ₁)	Jumlah akumulasi biaya kegiatan pemeliharaan yang melingkupi kegiatan <i>preventif</i> dan <i>corrective maintenance</i> pada aset mesin las untuk kegiatan produksi pada rentang waktu tahun 2018 s.d. 2022 yang diperoleh dari laporan keuangan perusahaan yang dimuat dalam sistem aplikasi.	Rp.
		Availability (IEc ₂)	Persentase perbandingan antara waktu tersedia dikurangkan dengan down time dibagi dengan waktu tersedia pada mesin las pada rentang waktu tahun 2018 s.d. 2022.	%
		Konsumsi Material (IEc ₃)	Penggunaan bahan baku material berdasarkan laporan working instruction, yaitu per pcs komponen/WI (pcs/WI) pada rentang waktu tahun 2018 s.d. 2022	Pcs/WI
Aspek (ISo)	Sosial	Dampak Lingkungan (ISo ₁)	Jumlah nilai anggaran realisasi biaya untuk alokasi kegiatan atas dampak lingkungan pada rentang waktu tahun 2018 s.d. 2022.	Rp.

Pilar Sustainability	Variabel	Indikator	Satuan
	Biaya Kesehatan (ISO ₂)	Jumlah nilai anggaran realisasi biaya untuk alokasi kesehatan karyawan per pegawai pada rentang waktu tahun 2018 s.d. 2022.	Rp.
	Insiden & Accident (ISO ₃)	Tingkat kejadian yang disebabkan oleh aktifitas pada aset perusahaan pada rentang waktu tahun 2018 s.d. 2022.	%
Aspek Lingkungan (IEn)	Material Reject (IEn ₁)	Persentase perbandingan dari jumlah bahan baku yang direject/cacat proses produksi dibandingkan dengan jumlah material yang akan digunakan pada rentang waktu tahun 2018 s.d. 2022.	%
	Limbah Berbahaya (IEn ₂)	Tingkat limbah B3 secara akumulasi yang dihasilkan dari kegiatan proses produksi per tahun pada rentang waktu tahun 2018 s.d. 2022	%
	Konsumsi Energi (IEn ₃)	Tingkat penggunaan energi untuk melaksanakan aktifitas produksi dan operasional workshop pada rentang waktu tahun 2018 s.d. 2022.	Rp
Variabel Output			
Produk Delivery	Jumlah Produksi (Σ Produk)	Jumlah produk jenis kereta api yang selesai diproduksi perusahaan pada rentang waktu tahun 2018 s.d. 2022	Unit

3.5. Bagan Proses Alur Penelitian

Sub bab ini menjelaskan cara dan alur yang ditempuh dalam pengumpulan data. Langkah-langkah yang akan dilakukan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan dalam Penelitian ini dilakukan sebagai berikut:

1. Memulai penelitian
2. Identifikasi permasalahan yaitu proses yang dimulai dari observasi lapangan dan wawancara serta dengan melakukan benchmark melalui study literatur atas permasalahan yang terjadi, hal ini dilakukan dalam rangka untuk mendapatkan keyakinan urgensi penelitian dilakukan.
3. Identifikasi aset fisik yang menjadi objek penelitian yaitu proses pemetaan objek penelitian yang menjadi focus diskusi dalam penelitian, mengingat terdapat beberapa jenis aset dalam istilah aset perusahaan. Identifikasi aset fisik

yang dipilih dalam Penelitian ini yaitu aset fisik berupa welding machine pada kelompok aset fasilitas produksi yang tercatat sebagai kriteria aset.

4. Penentuan data variabel input-output, dan metode pengolahan data sampel yaitu proses identifikasi variabel operasional yang akan dilakukan penelitian dalam hal ini penelitian dilakukan guna mengevaluasi efisiensi pada variabel praktik pemeliharaan dan manajemen organisasi terhadap aset berkelanjutan. Variabel input-output atas aset berkelanjutan dimaksud yaitu variabel pilar keberlanjutan sebagaimana yang dimaksud dalam Triple Bottom Line (TBL) ekonomi, sosial dan lingkungan, dalam hal ini lebih spesifik dilakukan pengamatan pada sebagian indikator keberlanjutan seperti pada tabel 3.1. di atas.
5. Analisa pemecahan masalah yaitu dilakukan dengan menggunakan metode DDEA. Hal ini guna mendapatkan gambaran terhadap tingkat efisiensi aset berkelanjutan pada rentang waktu tertentu pada periode tahun 2018 s.d. 2022.
6. Dari hasil identifikasi tingkat efisiensi aset keberlanjutan yang sudah dilakukan berdasarkan DDEA tersebut, selanjutnya dilakukan analisa terkait dengan slack analisis. Hal ini guna melihat potensi slack yang terjadi pada variabel-variabel keberlanjutan yang sudah diidentifikasi.
7. Hasil analisa identifikasi tingkat efisiensi dan slack analisis selanjutnya dilakukan analisa terhadap target input pada masing-masing variabel aset keberlanjutan, untuk melihat kondisi peningkatan kinerja aset keberlanjutan tersebut.
8. Hasil dan pembahasan menjelaskan mengenai pengujian dan hasil pengolahan data serta analisis usulan strategi yang didapatkan.
9. Kesimpulan dan saran menjelaskan secara ringkas dari hasil penelitian secara keseluruhan serta memberi masukan bagi peneliti selanjutnya atas gap analisis yang sudah dan belum dilakukan dalam penelitian ini.
10. Penelitian selesai.

Dari uraian langkah-langkah di atas, dapat dijelaskan secara diagram alur proses penelitian sebagai berikut:

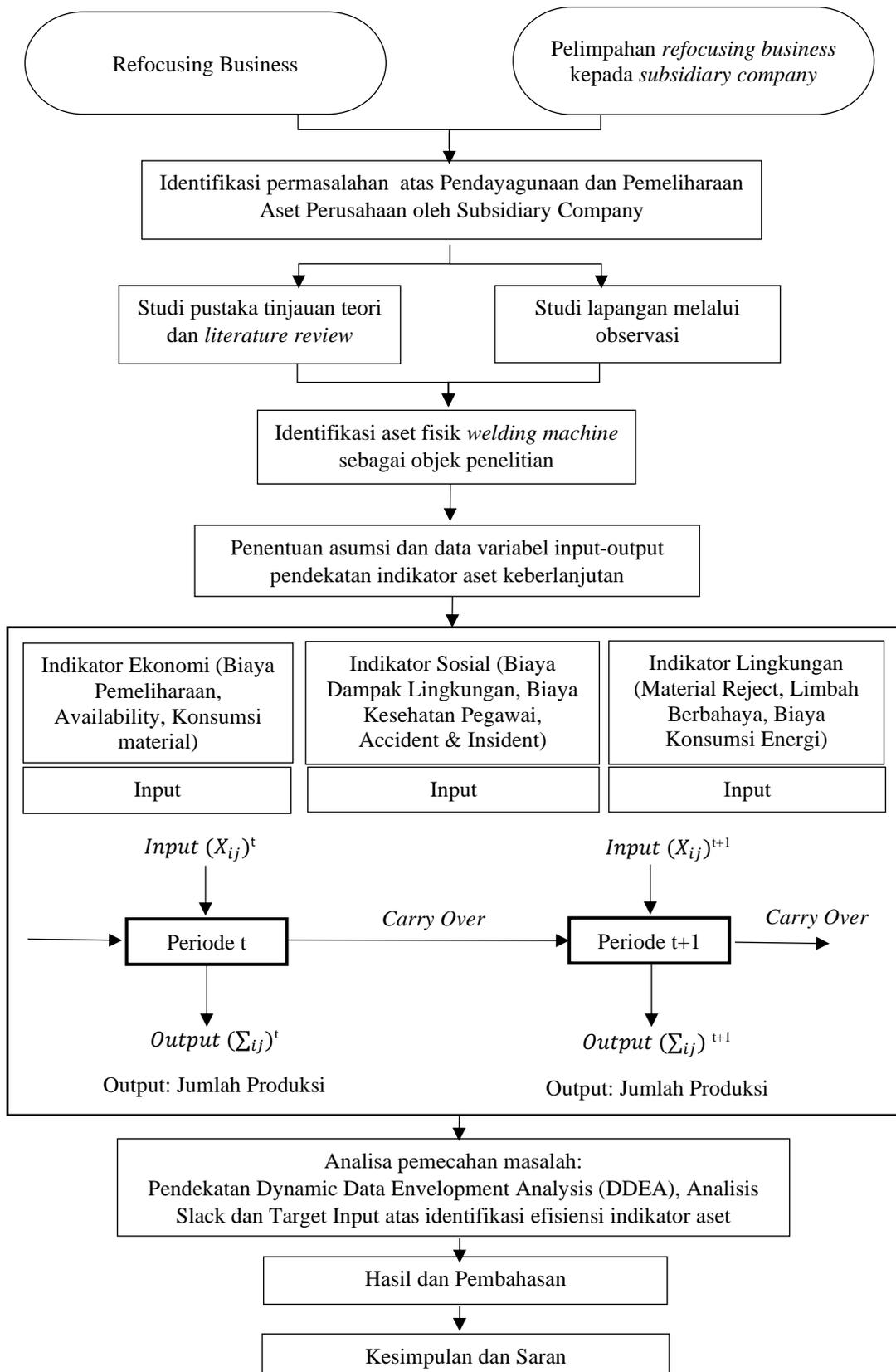


Diagram 3.2. Bagan Alur Proses Penelitian

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab 4 dalam karya tulis ini akan membahas tentang hasil penelitian yang berupa data penelitian hasil pengumpulan dan pengolahan data variabel-variabel yang telah ditentukan sebelumnya.

4.1. Gambaran umum data kinerja aset keberkelanjutan Perusahaan

4.1.1. Profil data output aset keberlanjutan

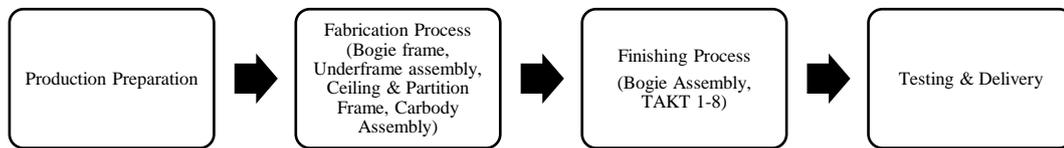
Perusahaan dalam kurun waktu periode tahun 2018 sampai dengan tahun 2022 menghasilkan beberapa produk kereta api berupa produk kereta api kelompok kereta api angkutan penumpang, kereta api angkutan barang, lokomotif kereta api, kereta api ukur, kereta api uji, kereta api Light Rail Transit, kereta api Diesel dan kereta api hybrid. Secara rinci produk yang dihasilkan oleh perusahaan selama tahun 2018 s.d. 2022 tersebut disajikan sebagaimana pada Tabel 4.1. di bawah ini:

Tabel 4.1. Jumlah output produk kereta api yang dihasilkan dalam periode waktu tahun 2018 s.d. 2022 berdasarkan jenisnya (data diolah)

Output Hasil Produksi (Σ produk)	2018		2019		2020		2021		2022	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
KA Angkutan Barang		17							480	
KA Angkutan Penumpang	140	136	197	114	44	42				
KA Diesel					16					4
KA Hybrid										2
KA Light Rail Transit	21	3		12	12	114	66	24		
KA Lokomotif						18				
KA Uji	1									
KA Ukur								2		
Total	162	156	197	126	72	174	66	26	480	6

Untuk menyelesaikan proses produksi atas produk kereta api diatas, secara umum tahapan proses utama kegiatan produksi kereta api yang dilakukan perusahaan, sebagaimana alur proses produksi sesuai *master schedule* produksi dalam pembuatan produk kereta api yang disajikan dalam gambar 4.1. Dari alur proses tersebut diketahui bahwa salah satu proses utama kegiatan produksi untuk membuat produk kereta api diantaranya berupa kegiatan proses *assembling*. Proses *assembling* yaitu tahap di mana bagian-bagian dari kereta api yang telah diproduksi

diatur dan disatukan menjadi satu unit kereta api yang lengkap menjadi bentuk suatu komponen kereta api.



Gambar 4.1 Alur proses produksi sesuai master schedule produksi dalam pembuatan produk kereta api

Kegiatan pada proses fabrikasi dan proses finishing Perusahaan dalam tahapan proses produksi dimaksud, untuk melaksanakan kegiatan assembling menggunakan beberapa peralatan mesin-mesin produksi diantaranya mesing-mesin las seperti jenis mesin las listrik otomatis, semi otomatis sampai dengan jenis mesin las listrik manual.

4.1.2. Profil data input sebagai indikator aset keberlanjutan

Berdasarkan data yang telah diperoleh diketahui bahwa dalam periode tahun 2018 s.d. 2022, perkembangan dari masing-masing indikator input aset keberlanjutan mengalami kondisi fluktuasi yang berbeda-beda baik pada aspek ekonomi, aspek sosial maupun aspek lingkungan. Secara rinci disajikan dalam grafik di bawah ini:

a. Indikator Ekonomi

Sebagaimana telah dijelaskan dalam Bab sebelumnya bahwa indikator ekonomi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu total biaya pemeliharaan atas aset-aset produksi perusahaan khususnya pada mesin las, tingkat efektifitas mesin las yang diukur melalui *availability* terhadap waktu operasi mesin las dan tingkat konsumsi material bahan baku yang akan digunakan untuk membuat produk kereta api.

Selama periode tahun 2018 s.d. 2022 data yang berhasil dikumpulkan terkait indikator ekonomi sebagai data input pada indikator aset keberlanjutan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.2 Data informasi tingkat biaya pemeliharaan atas mesin las terhadap total pemeliharaan aset mesin produksi sebagai indikator aset keberlanjutan (sumber: Laporan Keuangan perusahaan tahun 2018-2022, data diolah)

Tahun	Σ Biaya Pemeliharaan Mesin Las (Rp)			Σ Biaya Pemeliharaan Aset Fisik Produksi (Rp)	Rasio (%)	
	Semester 1	Semester 2	Total		Semester 1	Semester 2
2018	26.607.686	28.456.529	26.607.686	8.933.106.230	0,003	0,003
2019	22.110.000	1.065.105.575	1.087.215.575	5.733.283.483	0,004	0,186
2020	565.815.438	534.640.324	1.100.455.762	3.343.380.149	0,169	0,160
2021	355.961.033	663.646.634	1.019.607.667	15.321.768.111	0,023	0,043
2022	937.322.731	1.171.057.203	2.108.379.934	6.745.881.921	0,139	0,174

Tabel 4.3 Data informasi tingkat availability mesin las terhadap kegagalan fungsi aset sebagai indikator aset keberlanjutan (sumber: Laporan performansi perusahaan tahun 2018-2022, data diolah)

Tahun	Hari Kerja (HK)	Hari Siap Operasi (HSO)	Hari Tidak Siap Operasi (HTSO)	Availability (%)
S1- 2018	107984	13014,58	483,42	0,996
S2-2018	66240	20109,48	590,52	0,991
S1-2019	123840	15154,60	325,40	0,997
S2-2019	45632	13865,02	302,98	0,993
S1-2020	72072	8376,96	632,04	0,991
S2-2020	22080	2530,59	229,41	0,990
S1-2021	34000	3848,92	401,08	0,988
S2-2021	31648	10587,41	912,59	0,971
S1-2022	38912	4706,94	157,06	0,996
S2-2022	2920	2920	0,00	1,000

Tabel 4.4 Data informasi tingkat konsumsi material bahan baku dalam proses produksi sebelumnya sebagai indikator aset keberlanjutan (sumber: Laporan Pencapaian Kinerja Perusahaan tahun 2018-2022, data diolah)

Tahun	Material Bahan Baku yang dikerjakan	Material Reject	Konsumsi Material	Persentase (%)
S1- 2018	32677	60	32617	0,9982
S2-2018	53590	1417	52173	0,9736
S1-2019	84469	1637	82832	0,9806
S2-2019	300671	48	300623	0,9998
S1-2020	81859	1	81858	1,0000
S2-2020	40551	440	40111	0,9891
S1-2021	30263	1584	28679	0,9477
S2-2021	42214	1713	40501	0,9594
S1-2022	161862	25	161837	0,9998
S2-2022	6329	1	6328	0,9998

b. Indikator Sosial

Indikator sosial yang digunakan dalam penelitian ini yaitu biaya dampak lingkungan, biaya Kesehatan dan tingkat kejadian (insiden dan accident) dalam pelaksanaan kegiatan proses produksi. Selama periode tahun 2018 s.d. 2022 data yang berhasil dikumpulkan terkait indikator sosial sebagai data input pada indikator aset keberlanjutan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.5 Data informasi tingkat biaya dampak lingkungan sebagai indikator aset keberlanjutan (sumber: Laporan Manajemen perusahaan tahun 2018-2022, data diolah)

Tahun	Tingkat Biaya Dampak Lingkungan			Total Biaya Program K3LH	% Dampak Lingkungan	
	Semester 1	Semester 2	Total		Semester 1	Semester 2
2018	882.023.240	88.923.749	970.946.989	1.020.226.069	0,865	0,087
2019	55.001.520	220.392.106	275.393.626	288.893.626	0,190	0,763
2020	633.254.210	115.487.940	748.742.150	757.557.814	0,836	0,152
2021	99.157.400	437.368.046	536.525.446	541.256.446	0,183	0,808
2022	159.251.725	988.500	160.240.225	164.540.125	0,968	0,006

Keterangan:

Program Biaya K3LH: Biaya atas program Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup.

Tabel 4.6 Data informasi tingkat biaya dampak kesehatan sebagai indikator aset keberlanjutan (sumber: Laporan Manajemen perusahaan tahun 2018-2022, data diolah dalam juta)

Tahun	Tingkat biaya dampak Kesehatan (Rpjuta)			Jumlah Pegawai	Persentase Terhadap Jumlah Karyawan (Rp)	
	Semester 1	Semester 2	Total		Semester 1	Semester 2
2018	3.513,16	3.850,69	7.363,85	1.685	2,085	2,285
2019	3.473,89	2.972,66	6.446,54	1.700	2,043	1,749
2020	2.757,54	3.946,57	6.704,11	2.667	1,034	1,480
2021	2.414,95	1.879,04	4.293,99	3.024	0,799	0,621
2022	1.324,55	1.387,09	2.711,64	2.966	0,447	0,468

Tabel 4.7 Data informasi tingkat kejadian kecelakaan dan potensi kecelakaan (Insiden & Accident) sebagai indikator aset keberlanjutan (sumber: Laporan Kejadian Kecelakaan perusahaan tahun 2018-2022, data diolah)

Tahun	Semester 1				Semester 2				Total	Persentase	
	BOT	UA	UC	Total	BOT	UA	UC	Total		Smst1	Smst2
2018	-	12	7	19	-	8	3	11	30	0,633	0,367
2019	1	1	4	6	1	4	3	8	14	0,429	0,571
2020	1	3	2	6	-	3	-	3	9	0,667	0,333
2021	-	1	-	1	-	6	-	6	7	0,143	0,857
2022	-	1	-	1	3	1	-	4	5	0,200	0,800

Keterangan: AC (Unsafe Act); UC (Unsafe Condition); BOT (Both of Them).

c. Indikator Lingkungan

Indikator lingkungan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tingkat material yang cacat pada proses produksi, tingkat limbah berbahaya dan tingkat konsumsi energi listrik perusahaan dalam pelaksanaan kegiatan proses produksi. Selama periode tahun 2018 s.d. 2022 data yang berhasil dikumpulkan terkait indikator sosial sebagai data input pada indikator aset keberlanjutan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.8 Data informasi tingkat persentase material yang cacat pada proses produksi sebagai indikator aset keberlanjutan (sumber: Laporan Manajemen perusahaan tahun 2018-2022, data diolah)

Tahun	Material Bahan Baku yang dikerjakan	Material Reject	Persentase Material Reject (%)
S1- 2018	32677	60	0,001836
S2-2018	53590	1417	0,026442
S1-2019	84469	1637	0,019382
S2-2019	300671	48	0,000160
S1-2020	81859	1	0,000012
S2-2020	40551	440	0,010851
S1-2021	30263	1584	0,052341
S2-2021	42214	1713	0,040573
S1-2022	161862	25	0,000154
S2-2022	6329	1	0,000158

Tabel 4.9 Data informasi tingkat limbah berbahaya sebagai indikator aset keberlanjutan (sumber: Laporan Manajemen perusahaan tahun 2018-2022, data diolah)

Tahun	Tingkat Limbah Berbahaya (Kg)			Persentase (%)	
	Semester 1	Semester 2	Total	Semester 1	Semester 2
2018	14.328	6.757	21.085	0,680	0,320
2019	7.933	9.570	17.503	0,453	0,547
2020	9.442	4.272	13.714	0,688	0,312
2021	5.102	2.643	7.745	0,659	0,341
2022	3.098	2.240	5.338	0,580	0,420

Tabel 4.10 Data informasi tingkat konsumsi energi listrik perusahaan sebagai indikator aset keberlanjutan (sumber: Laporan Manajemen perusahaan tahun 2018-2022, data diolah)

Tahun	Tingkat Konsumsi Energi Listrik			Persentase (%)	
	Semester 1	Semester 2	Total	Semester 1	Semester 2
2018	5.348.578.490	5.528.969.017	10.877.547.507	0,492	0,508

Tahun	Tingkat Konsumsi Energi Listrik			Persentase (%)	
	Semester 1	Semester 2	Total	Semester 1	Semester 2
2019	5.039.374.948	6.695.712.805	11.735.087.753	0,429	0,571
2020	5.488.369.552	4.383.823.083	9.872.192.635	0,556	0,444
2021	3.150.583.755	3.704.893.129	6.855.476.884	0,460	0,540
2022	4.621.378.049	4.722.241.056	9.343.619.105	0,495	0,505

4.2. Identifikasi efisiensi indikator aset keberlanjutan berdasarkan *Dynamic Data Envelopment Analysis (DDEA)*

4.2.1. Identifikasi *Decision Making Unit (DMU)*

Berdasarkan profil data output dan input yang telah dijelaskan pada sub bab 4.1 sebelumnya, selanjutnya dilakukan penentuan DMU untuk mengidentifikasi efisiensi indikator aset keberlanjutan. DMU dalam penelitian ini merupakan ukuran waktu, lama hari dalam periode tahun 2018 s.d. 2022 yang berkaitan dengan adanya kebijakan perubahan organisasi di perusahaan.

Tabel 4.11 Rentang waktu penelitian sebagai *Decision Making Unit (DMU)*

Tahun	Hari	ID DMU
Semester 1 2018	180	DMU 1
Semester 2 2018	360	DMU 2
Semester 1 2019	540	DMU 3
Semester 2 2019	720	DMU 4
Semester 1 2020	900	DMU 5
Semester 2 2020	1080	DMU 6
Semester 1 2021	1260	DMU 7
Semester 2 2021	1440	DMU 8
Semester 1 2022	1620	DMU 9
Semester 2 2022	1800	DMU 10

Dari tabel 4.11 di atas diketahui bahwa DMU 1 s.d. DMU 5 dan DMU 6 s.d. DMU 10 masing-masing merupakan kondisi sebelum dan sesudah dilakukan kebijakan perubahan organisasi yang berdampak terhadap pendayagunaan aset produksi dalam hal ini jenis mesin-mesin las yang digunakan untuk membuat produk kereta api.

4.2.2. Identifikasi efisiensi indikator aset keberlanjutan berdasarkan *Dynamic Data Envelopment Analysis (DDEA)*

Berdasarkan identifikasi indikator aset keberlanjutan yang telah dijelaskan sebelumnya, dilakukan kolektif terhadap seluruh aspek variabel output dan input baik dalam aspek ekonomi, aspek sosial dan aspek lingkungan secara rinci disajikan pada Tabel 4.12 di bawah ini:

Tabel 4.12.Data identifikasi indikator aset keberlanjutan berdasarkan DDEA

DMU Name	DMU No.	Output Σ Produk	Input - Indikator Ekonomi (IEc)			Input - Indikator Sosial (ISo)			Input - Indikator Lingkungan (IEn)		
			IEc ₁	IEc ₂	IEc ₃	ISo ₁	ISo ₂	ISo ₃	IEn ₁	IEn ₂	IEn ₃
180	DMU1	162	26,608	0,996	32.617	882,023	2.085	0,633	0,001836	0,680	5.349
360	DMU2	156	28,457	0,997	52.173	88,924	2.285	0,367	0,026442	0,320	5.529
540	DMU3	197	22,110	0,991	82.832	55,002	2.043	0,429	0,019382	0,453	5.039
720	DMU4	126	1.065,106	0,988	300.623	220,392	1.749	0,571	0,000160	0,547	6.696
900	DMU5	72	565,815	0,996	81.858	633,254	1.034	0,667	0,000012	0,688	5.488
1080	DMU6	174	534,640	0,991	40.111	115,488	1.480	0,333	0,010851	0,312	3.705
1260	DMU7	66	355,961	0,993	28.679	99,157	799	0,143	0,052341	0,659	3.151
1440	DMU8	26	663,647	0,990	40.501	437,368	621	0,857	0,040573	0,341	3.705
1620	DMU9	480	937,323	0,971	161.837	159,252	447	0,200	0,000154	0,580	4.621
1800	DMU10	6	1.171,057	1,000	6.328	0,989	468	0,800	0,000158	0,420	4.722

Dari hasil identifikasi data pada Tabel 4.12. dilakukan pengolahan data menggunakan aplikasi frontier analyst guna mengidentifikasi skor efisiensi indikator aset keberlanjutan melalui DDEA. Secara rinci hasil identifikasi tersebut disajikan dalam Tabel 4.13 di bawah ini:

Tabel 4.13.Hasil identifikasi efisiensi indikator aset keberlanjutan berdasarkan DDEA

DMU Name	DMU No.	Input-Oriented CRS Efficiency	Sum of lambdas	Return to Scale (RTS)	Optimal Lambdas with Benchmarks
180	DMU1	1,00000	1,000	Constant	1,000 180,000
360	DMU2	1,00000	1,000	Constant	1,000 360,000
540	DMU3	1,00000	1,000	Constant	1,000 540,000
720	DMU4	0,27863	0,263	Increasing	0,263 1620,000
900	DMU5	1,00000	1,000	Constant	1,000 900,000
1080	DMU6	1,00000	1,000	Constant	1,000 1080,000
1260	DMU7	0,62327	0,288	Increasing	0,236 1080,000
1440	DMU8	0,18491	0,098	Increasing	0,069 1080,000
1620	DMU9	1,00000	1,000	Constant	1,000 1620,000
1800	DMU10	1,00000	1,000	Constant	1,000 1800,000

Keterangan: Laporan hasil Analisa DDEA dalam Lampiran 1

Berdasarkan hasil Analisa model CCR DDEA yang dilakukan di atas, diketahui bahwa pada DMU 1, DMU 2, DMU 3, DMU 5, DMU 6, DMU 9 dan DMU 10 telah menunjukkan capaian kondisi *Constant*/efisien dengan *input oriented CRS Efficiency* berada pada sama dengan 1,0000 (DMU = 1). Sedangkan pada DMU 4, DMU 7 dan DMU 8 menunjukkan kondisi *increasing*/perlu dilakukan peningkatan dengan *input oriented CRS Efficiency* berada pada < 1, atau capaian nilai masing-masing 0,278, 0,623, dan 0,184. Hal ini menjelaskan bahwa pada rentang sebelum kebijakan perubahan organisasi dilakukan (DMU 1 s.d. DMU 5) dan sesudah kebijakan perubahan organisasi dilakukan (DMU 6 s.d. DMU 10) terdapat kondisi yang perlu ditingkatkan dalam memaksimalkan input meskipun telah berada pada tingkat efisiensi yang dipersyaratkan.

4.2.3. Analisa *slack* indikator aset keberlanjutan dan optimasi efisiensi variabel input

Analisa *slack* pada input digunakan untuk mengetahui besarnya input secara proporsional, sehingga DMU dapat mencapai titik minimum efisiensi. Berdasarkan hasil analisa *input slack* pada indikator aset keberlanjutan diketahui bahwa terdapat variabel dengan nilai *input slack* yang belum mencapai target titik minimum efisiensi. Secara rinci disajikan di bawah ini:

Tabel 4.14. Hasil analisis *slack* indikator aset keberlanjutan berdasarkan DDEA periode tahun 2018 - 2022

DMU Name	DMU No.	Input Slacks								
		IEc1	IEc2	IEc3	ISo1	ISo2	ISo3	IEn1	IEn2	IEn3
180	1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
360	2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
540	3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
720	4	50,726	0,020	41281,306	19,605	369,997	0,107	0,000	0,000	652,535
900	5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1080	6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1260	7	47,005	0,335	0,000	26,278	125,405	0,000	0,030	0,307	849,378
1440	8	58,532	0,086	0,000	68,273	0,000	0,130	0,007	0,025	295,052
1620	9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1800	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Dari tabel 4.14 diketahui bahwa pada DMU 4, DMU 7 dan DMU 8 secara berurutan masing-masing menunjukkan terdapat variabel input yang perlu dioptimalkan yaitu pada DMU 4 untuk variabel IE_{c1} 50,726, IE_{c2} 0,020, IE_{c3} 41281,306, IS_{o1} 19,605, IS_{o2} 369,997 IS_{o3} 0,107, IE_{n3} 652,535, DMU 7 untuk variabel IE_{c1} 47,005, IE_{c2} 0,335, IS_{o2} 26,278, IS_{o3} 125,405, IE_{n1} 0,030, IE_{n2} 0,307, IE_{n3} 849,378 dan DMU 8 untuk variabel IE_{c1} 58532, IE_{c2} 0,086, IS_{o2} 68,273, IS_{o3} 0,130, IE_{n1} 0,007, IE_{n2} 0,025, IE_{n3} 295,052. Dari analisa slack tersebut, diketahui bahwa pada DMU 4, DMU 7 dan DMU 8 terdapat kelebihan proporsi yang berdampak pada terjadinya ketidakefisienan, sehingga diperlukan pengurangan sejumlah input dengan target output konstan agar mencapai target efisiensi maksimal.

Berdasarkan analisa target input pada indikator aset keberlanjutan melalui DDEA untuk mendapatkan input maksimal, sehingga pengurangan input pada variabel aset keberlanjutan sebagaimana disajikan pada Tabel 4.15 di bawah ini:

Tabel 4.15. Hasil analisis target input indikator aset keberlanjutan berdasarkan DDEA periode tahun 2018 - 2022

DMU Name	DMU No.	Efficient Input Target								
		IE_{c1}	IE_{c2}	IE_{c3}	IS_{o1}	IS_{o2}	IS_{o3}	IE_{n1}	IE_{n2}	IE_{n3}
180	1	26,608	0,996	32617,000	882,023	2084,961	0,633	0,002	0,680	5348,578
360	2	28,457	0,997	52173,000	88,924	2285,275	0,367	0,026	0,320	5528,969
540	3	22,110	0,991	82831,958	55,002	2043,464	0,429	0,019	0,453	5039,375
720	4	246,047	0,255	42482,213	41,804	117,226	0,053	0,000	0,152	1213,112
900	5	565,815	0,996	81858,000	633,254	1033,950	0,667	0,000	0,688	5488,370
1080	6	534,640	0,991	40111,000	115,488	1479,778	0,333	0,011	0,312	3704,893
1260	7	174,856	0,284	17874,875	35,524	372,339	0,089	0,003	0,104	1114,299
1440	8	64,184	0,097	7489,048	12,602	114,899	0,029	0,001	0,038	390,024
1620	9	937,323	0,971	161837,000	159,252	446,576	0,200	0,000	0,580	4621,378
1800	10	1171,057	1,000	6328,000	0,989	467,665	0,800	0,000	0,420	4722,241

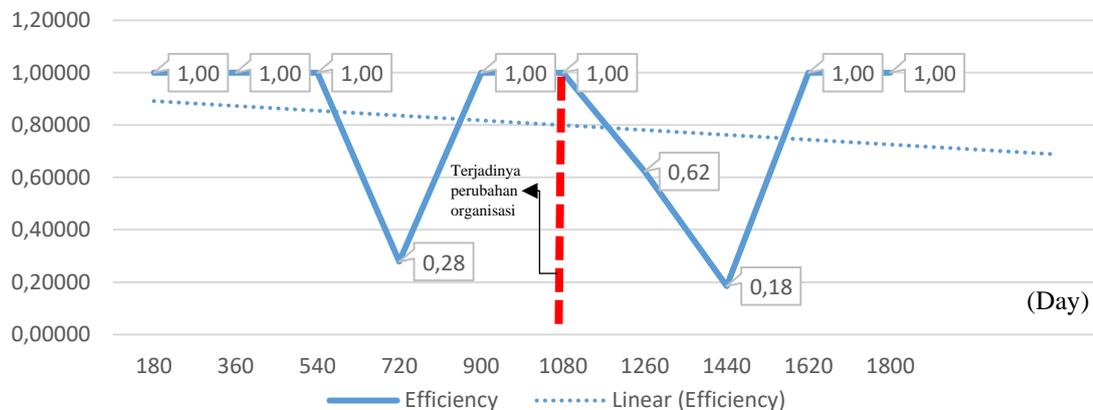
Dari tabel di atas, diketahui bahwa untuk mencapai titik minimum efisiensi pada DMU 4, DMU 7 dan DMU 8, secara berurutan sehingga nilai input masing-masing menjadi DMU 4 untuk variabel IE_{c1} 246,047, IE_{c2} 0,255, IE_{c3} 42482,213, IS_{o1} 41,804, IS_{o2} 117,226, IS_{o3} 0,053, IE_{n3} 1213,112, DMU 7 untuk variabel IE_{c1} 174,856, IE_{c2} 0,284, IS_{o2} 372,339, IS_{o3} 0,089, IE_{n1} 0,003, IE_{n2} 0,104, IE_{n3} 1114,299 dan DMU 8 untuk variabel IE_{c1} 64,184, IE_{c2} 0,097, IS_{o2} 114,899, IS_{o3} 0,029, IE_{n1} 0,001, IE_{n2} 0,038, IE_{n3} 390,024.

BAB V PEMBAHASAN

Bab 5 dalam karya tulis ini akan membahas tentang hasil penelitian terkait dengan teori yang telah diungkapkan sebagaimana pada pembahasan sebelumnya. Hal ini guna menjawab lebih lanjut terhadap permasalahan yang diangkat oleh peneliti.

5.1. Analisa efisiensi aset keberlanjutan berdasarkan DDEA terhadap kinerja perusahaan

Perusahaan dalam meningkatkan kinerja dari dampak perubahan organisasi sepanjang tahun 2018 s.d. 2022, terlihat telah memperhatikan bagaimana kinerja aset keberlanjutan, meskipun mengalami fluktuasi dari rentang periode sebelum terjadi perubahan organisasi dengan setelah terjadi perubahan organisasi. Dengan demikian, berdampak pula pada nilai efisiensi selama rentang periode tahun tersebut. Secara rinci sebagaimana pada Gambar 5.1 di bawah ini:



Gambar 5.1. Tingkat efisiensi indikator aset keberlanjutan (data diolah)

Pengukuran skor efisiensi menggunakan model CCR melalui *Dynamic Data Envelopment Analysis* yang berorientasi pada input, hal ini karena Perusahaan merupakan industri manufaktur yang memiliki karakteristik bisnis *job order/customize*, sehingga dalam meningkatkan kinerja perusahaan sangat bergantung pada pengendalian input faktor produksi untuk menghasilkan suatu produk. Selain itu, berdasarkan Gambar 5.1 di atas, diketahui bahwa kondisi efisiensi terjadi sebelum adanya perubahan organisasi dengan skor sama dengan 1

(satu), sedangkan yang tidak optimal pada input aset keberlanjutan terjadi pada semester 2 tahun 2019 dengan skor efisiensi 0,28 dan lebih buruk setelah terjadinya perubahan organisasi dengan skor efisiensi 0,62 pada semester 1 tahun 2021 dan 0,18 pada semester 2 tahun 2021 sebagaimana telah disajikan sebelumnya dalam tabel 4.12.

Kondisi inefisiensi tersebut sebelum terjadinya perubahan organisasi ditandai dengan adanya peningkatan biaya pemeliharaan dan rendahnya tingkat ketersediaan aset mesin las untuk kegiatan produksi, konsumsi material bahan mentah, biaya kesehatan, tingkat kecelakaan kerja, dan adanya peningkatan konsumsi energi pada semester 2 tahun 2019. Sedangkan setelah terjadinya perubahan organisasi kondisi inefisiensi ditandai dengan rendahnya tingkat ketersediaan aset mesin las untuk kegiatan produksi, peningkatan biaya untuk kegiatan dampak lingkungan, biaya kesehatan, tingkat kecelakaan kerja, tingginya material *reject* (cacat hasil produksi), peningkatan jumlah limbah berbahaya, dan tingginya konsumsi energi disepanjang tahun 2021.

Kondisi di atas mendukung hasil penelitian yang disampaikan oleh Trianni, et al., (2019) bahwa perusahaan sebagai industri manufaktur menganggap bahwa baik aspek sosial maupun aspek lingkungan dalam indikator aset keberlanjutan sebagai suatu unsur yang tidak hanya sebagai formalitas dalam mengukur kinerja perusahaan. Namun demikian, tampaknya perlu dilakukan upaya-upaya pengendalian tertentu agar input yang dikeluarkan seimbang dengan output yang dihasilkan perusahaan. Sehingga sebelum diusulkan strategi peningkatan efisiensi kinerja aset keberlanjutan, perlu dilakukan analisis terhadap aspek-aspek indikator keberlanjutan yang mempengaruhi skor efisiensi.

5.2. Analisa aspek ekonomi dan implikasi kebijakan terhadap skor efisiensi kinerja aset keberlanjutan

Konsep yang dibangun bagi Perusahaan yang mengoperasikan kumpulan aset dengan kompleksitas tinggi guna mengurangi risiko dan memaksimalkan laba atas investasi, harus menjadikan strategi pemeliharaan sebagai isu utama dan berinvestasi dengan tepat di area tersebut (Cahyo, 2019). Namun demikian, berdasarkan hasil analisa pada aspek ekonomi terhadap skor efisiensi kinerja aset

keberlanjutan sebagaimana pada tabel 4.13, diketahui bahwa sebelum terjadinya perubahan organisasi ditemukan kondisi inefisiensi pada biaya pemeliharaan sebesar Rp50,726juta dengan tingkat availability 0,993 (kurang dari 100%). Selain itu, tingkat konsumsi material untuk memproduksi produk kereta api juga mengalami inefisiensi sebanyak 41.281,306pcs. Dibandingkan dengan setelah terjadinya perubahan organisasi, kondisi inefisiensi atas mesin las justru terjadi sepanjang tahun 2021 pada biaya pemeliharaan sebesar Rp47,726juta di semester 1 tahun 2021 dan sebesar Rp58,532juta di semester 2 tahun 2021. Hal ini ditunjukkan juga dengan tingkat availability mesin las untuk kegiatan produksi sepanjang tahun 2021 tidak mencapai 100% (semester 1 2021 sebesar 0,988 dan semester 2 2021 sebesar 0,971).

Berdasarkan tabel 4.14. untuk mencapai efisiensi optimal pada biaya pemeliharaan sebelum terjadi perubahan organisasi semester 2 tahun 2019, dari sebelumnya sebesar Rp1065,106juta harus mencapai titik minimum menjadi Rp246,047juta pada output yang tetap. Sedangkan untuk kondisi setelah perubahan organisasi dari sebelumnya sebesar Rp355,961juta (semester 1 tahun 2021) dan sebesar Rp663,647juta (semester 2 tahun 2021), harus mencapai titik minimum menjadi sebesar Rp47,005juta dan sebesar Rp58,532juta pada output yang tetap.

Selain itu, dari hasil analisis *target input* dan *slack input* pada tabel 4.13 dan tabel 4.14 dalam Bab sebelumnya, diketahui bahwa kondisi setelah adanya perubahan organisasi mengalami inefisiensi lebih tidak optimal dibandingkan sebelumnya, hal ini diikuti dengan adanya perbedaan pengelolaan pada fungsi pemeliharaan aset mesin las. Dengan demikian perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut terhadap efektifitas fungsi pengelola aset perusahaan khususnya pada jenis mesin las yang dapat memberikan kinerja positif dalam jangka panjang.

5.3. Analisa aspek sosial dan implikasi kebijakan terhadap skor efisiensi kinerja aset keberlanjutan

Perusahaan melalui program Tanggung Jawab Sosial dan Lingkungan (TJSL) mempunyai tugas mandatori dalam meningkatkan dampak sosial atas aktifitas industri pembuatan kereta api yang dilakukan. Selain itu, perusahaan juga telah menerapkan Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja dan

Lingkungan Hidup (SMK3LH), sehingga dalam menghasilkan suatu produk Perusahaan sangat memperhatikan dampak lingkungan dan tingkat kesehatan dan keselamatan pegawai. Oleh sebab itu, aspek sosial memberikan implikasi terhadap skor efisiensi kinerja aset keberlanjutan perusahaan.

Berdasarkan tabel 4.13 diketahui bahwa selama periode semester 1 tahun 2018 s.d. semester 1 tahun 2019 sebelum terjadi perubahan organisasi aspek sosial telah mencapai titik efisiensi optimal dengan skor sama dengan 1 (satu), Namun demikian, pada semester 2 tahun 2019 sebelum perubahan organisasi terjadi kelebihan penggunaan input terhadap output dengan skor efisiensi kurang dari 1 (< 1). Kelebihan tersebut secara berurutan pada tingkat biaya dampak lingkungan sebesar Rp19,605juta, biaya kesehatan sebesar Rp369,997juta dan tingkat persentase kejadian kecelakaan kerja 0,107. Sedangkan setelah terjadi perubahan organisasi sepanjang tahun 2021 mengalami kelebihan penggunaan input pada biaya dampak lingkungan sebesar Rp26,278juta dan biaya kesehatan pegawai sebesar Rp125,405juta serta masih terdapat kecelakaan kerja.

Dari kondisi tersebut, berdasarkan tabel 4.14, untuk mencapai efisiensi optimal pada periode sebelum terjadinya perubahan organisasi, khususnya aspek sosial dalam semester 2 tahun 2019, untuk biaya dampak lingkungan dari sebelumnya sebesar Rp220,392juta harus mencapai titik minimum sebesar Rp41,804juta dan biaya kesehatan pegawai dari sebelumnya sebesar Rp1,749juta per pegawai harus mencapai titik minimum sebesar Rp117,226juta serta tingkat persentase kejadian kecelakaan sebesar 0,053, untuk kondisi output yang tetap. Sedangkan untuk mencapai tingkat efisiensi optimal pada periode setelah terjadinya perubahan organisasi pada semester 1 tahun 2021, untuk biaya dampak lingkungan dari sebelumnya sebesar Rp99,157juta harus mencapai titik minimum sebesar Rp35,524juta, biaya Kesehatan pegawai dari sebelumnya sebesar Rp799ribu per pegawai harus mencapai titik minimum sebesar Rp372,339ribu dan persentase tingkat kejadian kecelakaan dari sebelumnya sebesar 0,143, harus mencapai titik minimum sebesar 0,089 untuk kondisi output yang tetap. Pada semester 2 tahun 2021, untuk biaya dampak lingkungan dari sebelumnya sebesar Rp437,368juta harus mencapai titik minimum sebesar Rp12,602juta, biaya Kesehatan pegawai dari

sebelumnya sebesar Rp621ribu per pegawai harus mencapai titik minimum sebesar Rp114,899ribu dan persentase tingkat kejadian kecelakaan dari sebelumnya sebesar 0,857, harus mencapai titik minimum sebesar 0,029 untuk kondisi output yang tetap.

5.4. Analisa aspek lingkungan dan implikasi kebijakan terhadap skor efisiensi kinerja aset keberlanjutan

Konfirmasi dari penelitian yang diungkapkan oleh Trianni, et al., (2019) bahwa pengukuran aspek lingkungan berupa konsumsi sumber daya, pencemaran dan limbah paling sering diukur dikaitkan dengan kinerja perusahaan. Perusahaan dalam pengelolaan aspek lingkungan berupa konsumsi energi, sisa produksi bahan baku dan limbah berbahaya, telah memiliki peraturan yang dituangkan dalam peraturan direksi dan kebijakan hemat energi.

Berdasarkan tabel 4.13 diketahui bahwa sebelum terjadinya perubahan organisasi aspek lingkungan hampir sebagian besar berada pada titik optimal efisiensi dengan skor efisiensi sama dengan 1 (satu), kecuali pada periode semester 2 tahun 2019 mengalami kelebihan untuk biaya tingkat konsumsi energi sebesar Rp652,535juta. Sedangkan untuk kondisi setelah terjadinya perubahan organisasi sepanjang tahun 2021 mengalami kelebihan penggunaan input. Pada semester 1 tahun 2021 persentase tingkat material cacat dalam proses produksi (reject) sebesar 0,030, persentase tingkat limbah berbahaya 0,307 dan biaya tingkat konsumsi energi Rp849,378juta. Sementara untuk semester 2 tahun 2021 persentase tingkat material cacat dalam proses produksi (reject) sebesar 0,007, persentase tingkat limbah berbahaya 0,025 dan biaya tingkat konsumsi energi Rp295,052juta.

Dari kondisi tersebut, berdasarkan tabel 4.14, untuk mencapai efisiensi optimal pada periode sebelum terjadinya perubahan organisasi, khususnya pada aspek lingkungan untuk biaya tingkat konsumsi energi semester 2 tahun 2019 dari sebelumnya sebesar Rp6.696juta harus mencapai titik minimum sebesar Rp1.213,112juta. Sedangkan untuk mencapai tingkat efisiensi optimal pada periode setelah terjadinya perubahan organisasi pada semester 1 tahun 2021, untuk persentase tingkat material cacat dalam proses produksi dari sebelumnya sebesar 0,052341 harus mencapai titik minimum sebesar 0,003, untuk persentase limbah

berbahaya dari sebelumnya sebesar 0,659 harus mencapai titik minimum sebesar 0,104, dan untuk tingkat biaya konsumsi energi dari sebelumnya sebesar Rp3.151juta harus mencapai titik minimum sebesar 1.114,299juta. Pada semester 2 tahun 2021, untuk persentase tingkat material cacat dalam proses produksi dari sebelumnya sebesar 0,040573 harus mencapai titik minimum sebesar 0,001, untuk persentase limbah berbahaya dari sebelumnya sebesar 0,341 harus mencapai titik minimum sebesar 0,038, dan untuk tingkat biaya konsumsi energi dari sebelumnya sebesar Rp3.705juta harus mencapai titik minimum sebesar Rp390,024juta.

Berdasarkan hasil analisa di atas, kondisi sebelum dan setelah adanya perubahan organisasi khususnya pada konsumsi energi listrik mengalami kelebihan input meskipun perusahaan telah memiliki kebijakan dan program dalam pengelolaan lingkungan dan energi. Hal ini diikuti dengan belum adanya program perusahaan untuk meningkatkan budaya dalam pengendalian energi listrik bagi masing-masing pegawai secara komprehensif, sehingga dapat mengurangi *fix cost* perusahaan dan memberikan kinerja positif dalam jangka panjang.

BAB VI SIMPULAN DAN SARAN

6.1. Simpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis data yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil analisis melalui pendekatan metode Dynamic Data Envelopment Analysis diketahui tingkat efisiensi indikator aset keberlanjutan atas dampak perubahan organisasi ditemukan pada DMU 1, DMU 2, DMU 3, DMU 5, DMU 6, DMU 9 dan DMU 10 telah menunjukkan capaian kondisi *Constant*/efisien dengan *input oriented CRS Efficiency* berada pada sama dengan 1,0000 (DMU = 1). Sedangkan pada DMU 4, DMU 7 dan DMU 8 menunjukkan kondisi *increasing*/perlu dilakukan peningkatan dengan *input oriented CRS Efficiency* berada pada < 1 . Namun demikian hal ini menunjukkan baik sebelum maupun setelah terjadi perubahan organisasi tidak berdampak signifikan terhadap skor efisiensi aset keberlanjutan, terlihat dengan adanya kondisi inefisiensi pada DMU 4 dimana hal tersebut sebelum terjadinya perubahan organisasi. Namun demikian, kondisi dimaksud masih lebih baik dibandingkan setelah terjadi perubahan organisasi.
2. Berdasarkan hasil pengujian terhadap kondisi inefisiensi indikator aset keberlanjutan melalui *Dynamic Data Envelopment Analysis* diketahui peningkatan efisiensi untuk mencapai titik optimal pada DMU yang mengalami kondisi inefisiensi yaitu:
 - a. DMU 4 untuk mencapai titik minimum input maka pada biaya pemeliharaan peningkatan skor efisiensi 77% dari Rp1065,106juta, jumlah konsumsi material peningkatan skor efisiensi 86% dari 42482,213pcs/WI, biaya dampak lingkungan peningkatan skor efisiensi 81% dari Rp220,392juta, biaya kesehatan pegawai peningkatan 93% atau sebesar Rp117,226ribu per pegawai, tingkat persentase kejadian kecelakaan peningkatan skor efisiensi 91% dari 8 kali kejadian, tingkat limbah B3 peningkatan skor efisiensi 72%

dari 9.570kg dan biaya tingkat konsumsi energi peningkatan skor efisiensi 82% dari sebesar Rp1.213,112juta pada output yang tetap.

- b. DMU 7 untuk mencapai titik minimum input maka pada biaya pemeliharaan peningkatan skor efisiensi 51% dari Rp174,856juta, jumlah konsumsi material peningkatan skor efisiensi 38% dari 17.874,875 pcs/wi material, biaya dampak lingkungan peningkatan skor efisiensi 81% dari Rp 35524juta, biaya kesehatan pegawai peningkatan skor efisiensi 53% dari Rp372,339ribu, persentase tingkat kejadian kecelakaan peningkatan skor efisiensi 38% dari 1 kejadian, persentase tingkat material cacat dalam proses produksi peningkatan skor efisiensi 94% dari 1.584pcs/wi, persentase limbah berbahaya peningkatan skor efisiensi 84% dari 5.102kg dan tingkat biaya konsumsi energi peningkatan skor efisiensi 65% dari Rp1.114,3juta pada output yang tetap.
- c. DMU 8 untuk mencapai titik minimum input maka pada biaya pemeliharaan peningkatan skor efisiensi 90% dari sebesar Rp64,184juta, biaya dampak lingkungan peningkatan skor efisiensi 97% dari sebesar Rp12.602juta, biaya kesehatan pegawai peningkatan skor efisiensi 81% dari sebesar Rp114,899ribu per pegawai, persentase tingkat kejadian kecelakaan peningkatan skor efisiensi 97% dari 6 kejadian, untuk persentase tingkat material cacat dalam proses produksi peningkatan skor efisiensi 98% dari 1.713pcs/wi, persentase limbah berbahaya peningkatan skor efisiensi 89% dari sebesar 2.643kg dan tingkat biaya konsumsi energi peningkatan skor efisiensi 89% dari sebesar Rp390,024juta pada output yang tetap.

6.2. Saran

Penelitian ini masih terdapat hal-hal yang menjadi kekurangan guna menjadi bahan kajian di masa depan untuk disempurnakan bagi peneliti selanjutnya, sehingga disarankan agar:

1. Dari kondisi adanya perubahan organisasi yang memberikan dampak inefisiensi pada indikator aset keberlanjutan sehingga perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut terhadap efektifitas fungsi pengelola aset perusahaan khususnya pada jenis

mesin las dan meningkatkan budaya dalam pengendalian energi listrik bagi masing-masing pegawai secara komprehensif, sehingga dapat mengurangi *fix cost* perusahaan dan memberikan kinerja positif dalam jangka panjang.

2. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan secara lebih mendalam dengan menambahkan analisa risiko untuk memberikan solusi mitigasi risiko dari dampak kebijakan perubahan organisasi perusahaan.
3. Menambahkan data dan objek penelitian guna melihat lebih jauh komparasi antara perusahaan sejenis sehingga akan lebih memberikan gambaran terkait aset keberlanjutan pada industri manufaktur yang ada.

DAFTAR BACAAN

- Abdi, A. & Taghipour, S., 2019. Sustainable asset management: A repair-replacement decision model considering environmental impacts, maintenance quality, and risk. *Computers & Industrial Engineering*, Volume 136, pp. 117-134.
- Abuzayan, K. M., Whyte, A. & Bell, J., 2014. Asset-management framework (s) for infrastruktur facilities in adverse (post-conflict/disaster-zone/high alert) conditions. *Procedia economics and finance*, Volume 18, pp. 304-311.
- Agostinho, O. L., 2015. Proposal of organization framework model, using business processes and hierarchical pattern to provide agility and flexibility in competitiveness environment. *Procedia engineering*, Volume 131, pp. 401-409.
- Brown, R. & Spare, J. H., 2004. Asset management, risk and distribution system planning. *IEEE PES Power Systems Conference and Exposition*, Volume 3, pp. 1681-1686.
- Buch, V. B., Singh, D. & Sharma, A., 2014. Identification of project risk & risk breakdown structure in manufacture of heavy forgings. *Journal of engineering researh and aplications*, 4(10), pp. 01-05.
- Bolos, V. J., Benitez, R., Serrano, V. C., 2022. Continuous models combining slacks-based measures of efficiency and super-efficiency, 31 8 Agustus 2022, pp363-391
- Cagno, E. et al., 2019. Industrial sustainability performance measurement systems: A novel framework. *Journal of Cleaner Production*, Volume 230, pp. 1354-1375.
- Cahyo, W. N., 2019. *Engineering Asset Management Pengantar Manajemen Aset Industri berbasis ISO 55000*. Cetakan I ed. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Cahyo, W. N., 2019. *Life cycle cost model to support asset management decision making*. 2019 ed. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Charnes, A., Cooper, W. & Rhodes, E., 1978. Measuring the efficiency of decision making unit. *European journal of operational research*, Volume 2, pp. 429-444.
- Cho, S., Nguyen, K.-L. & Wetzer, J. M., 2015. *Conceptual desain for asset management system under the framework of ISO 55000*. Lyon, Cired.

- Connor, G. & Korajczyk, R. A., 2003. *Risk management in asset management*. [Online] Available at: <https://www.kellogg.northwestern.edu> [Accessed 13 November 2021].
- Corbett, R. B., 2004. A view of the future of risk management. *Risk management*, 6(3), pp. 51-56.
- Elkington, J. & H, R. I., 1999. Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business. *Alternatives Journal*, 25(4), pp. 42-43..
- Ellul, A., 2015. The role of risk management in corporate governance. *Annual review of financial economics* , Volume 7, pp. 279-299.
- Frikha, G. et al., 2021. Toward a modeling tool for business continuity management. *IFAC Paper online*, 54(1), pp. 1156-1161.
- Garbie, I. H., 2014. An analytical technique to model and assess sustainable development index in manufacturing enterprises. *International Journal of Production Research*, 52(16), pp. 4876-4915.
- Ghaleb, M. & Taghipour, S., 2022. Assessing the impact of maintenance practices on asset's sustainability. *Reliability Engineering and System Safety*, Volume 228, p. 108810.
- Glover, D. & Levacic, R., 2020. Asset management and capital expenditure. In: *Educational Resource Management an international perspective*. s.l.:UCL Press, pp. 148-172.
- Gogate, P., 2018. *Six key factors in successful change - Association for management project*. [Online] Available at: <https://www.apm.org.uk/blog/successful-change-6-key-factors/> [Accessed 11 November 2022].
- Greco, M., Cricelli, L. & Grimaldi, M., 2013. A strategic management framework of tangible and intangible assets. *European Management Journal*, Volume 31, pp. 55-66.
- Guillen, A. et al., 2016. Building information modelling as assets management tool. *International federation of automatic control-papers online*, Volume 49-28, pp. 191-196.
- Gummings, T. G. & Worley, C. G., 2015. *Organization development & change*. 10 ed. Stamford: Cengage Learning.
- Hami, N. et al., 2019. The Moderating Role of Sustainable Maintenance on the Relationship between Sustainable Manufacturing Practices and Social Sustainability: A Conceptual Framework. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8(5C), pp. 222-228.

- Hashim, M., 2013. Change management. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 3(7), pp. 685-694.
- Hastings, N. A. J., 2015. *Physical asset management with an introduction to ISO55000*. Second ed. Switzerland: Springer International Publishing.
- Hillson, D., 2003. Using a risk breakdown structure in project management. *Journal of facilities management*, 2(1), pp. 85-97.
- ISO 55000, 2014. *Asset management — Overview, principles and terminology*, Switzerland: the International Organization for Standardization.
- Jeong, J. & Jeong, a., 2021. Novel approach of the integrated work & risk breakdown structure for identifying the hierarchy of fatal incident in construction industry. *Journal of Building Engineering*, Volume 41, p. 102406.
- Kashikar, A., Mehta, D., Motichandani, B. & Chaitanya, D., 2016. A case study on agile and lean project management in construction industry. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 13(4), pp. 31-39.
- Kementerian Badan Usaha Milik Negara, 2021. *Kementerian Badan Usaha Milik Negara*. [Online] Available at: <https://bumn.go.id/portfolio> [Accessed 13 November 2021].
- Khrisna, 2016. *Data Envelopment Analysis*. [Online] Available at: <https://datariset.com/artikel/detail/data-envelopment-analysis> [Accessed 15 11 2022].
- Kocho, J., 2017. *mediaTUM Universitätsbibliothek Technische Universität München*. [Online] Available at: <http://mediatum.ub.tum.de/?id=1346233> [Accessed 23 Oktober 2022].
- Kotter, J. P., 2007. *Leading Change Why Transformation Efforts Fail*, s.l.: Harvard business school publishing corporation.
- Kremantzis, M. D., Beullens, P., Kyrgiakos, L. S. & Klein, J., 2022. Measurement and evaluation of multi-function parallel network hierarchical DEA systems. *Socio-Economic Planning Sciences*, p. 101428.
- Kroll, C. et al., 2017. *Agile organizations an approach for a successful journey towards more agility in daily business*, s.l.: Capgemini Consulting.
- Kumarasinghe & Dilan, 2021. *Organizational Change and Change Management*. s.l., Contemporary Innovation in Management.
- Kumaraswamy, A., Garud, R. & Ansari, S., 2018. Perspective on disruptive innovations. *Journal of Management Studies Special Issue Managing in the age of disruptions*, pp. 1-27.

- Labuschagne, C., Brent, A. C. & Erck, R. P. G. v., 2005. Assessing the sustainability performances of industries. *Journal of Cleaner Production*, 13(4), pp. 373-385.
- Lalonde, C. & Boiral, O., 2012. Managing risk through ISO 31000: A critical analysis. *Palgrave macmillan journal* , 14(4), pp. 272-300.
- Lima, E. S., McMahon, P. & Costa, A. P. C. S., 2021. Establishing the relationship between asset management and business performance. *International Journal of Production Economics*, Volume 232, pp. 1-18.
- Liu, J., Wang, D., Lin, Q. & Deng, M., 2022. Risk assessment based on FMEA combining DEA and cloud model: A case application in robot-assisted rehabilitation. *Expert Systems With Applications*, Volume 214, p. 119119.
- Liyanage, J. P., Badurdeen, F. & Ratnayake, R. C., 2009. Industrial Asset Maintenance and Sustainability Performance: Economical, Environmental, and Societal Implications. In: M. Ben-Daya, et al. eds. *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. London: Springer, p. 665–693.
- Luo, L. et al., 2022. A three-stage network DEA approach for performance evaluation of BIM application in construction projects. *Technology in Society*, Volume 71, p. 102105.
- Machado, C. G., Winroth, M. & Silva, E. H. D. R. d., 2020. Sustainable manufacturing in Industry 4.0: an emerging research agenda. *International Journal of Production Research*, 58(5), pp. 1462-1484.
- Maletic, D., Almeida, N. M. d., Gomiscek, B. & Maletic, M., 2022. Understanding motives for and barriers to implementing asset management system: an empirical study for engineered physical assets. *Production Planning & Control The Management of Operations*, Issue 10.1080/09537287.2022.2026672.
- Mehdizadeh, R., Denys, B. & Taillandier, F., 2011. Methodology and tools for risk evaluation in construction project using Risk Breakdown Structure. *European Journal of Environment and Civil Engineering*, X(X), pp. 1-23.
- Mkandawire, B. O., Ijumba, N. M. & Whitehead, H., 2011. Application of maintenance tools and strategies in integrated risk management of critical physical assets. *International journal agile system and management* , 4(3), pp. 261-279.
- Muralidaran, M., 2015. Agile manufacturing - an overview. *International journal of science and engineering applications*, 4(3), pp. 156-159.

- Novita, N., 2017. Evaluasi kebijakan pendayagunaan aset tetap BUMN pada rumah dinas PT KAI (Persero) DAOP 8 Kota Surabaya. *Kebijakan dan manajemen publik*, 5(1), pp. 01-09.
- Omrani, H. & Soltanzadeh, E., 2016. Dynamic DEA models with network structure: An application for iranian airlines. *journal of air transport management*, Volume 57, pp. 52-61.
- Parlikad, A. K. & Jafari, M., 2016. Challenges in infrastructure asset management. *International federation of automatic control-papersonline*, Volume 49-28, pp. 185-190.
- Pemer, F., Börjesson, L. & Werr, A., 2020. The role of chief executive tenure for public organizations' hiring of management consultants of management consultants. *Governance an international journal of policy, administration, and institutions*, 33(2), pp. 269-285.
- Popolo, V., Vespoli, S., Gallo, M. & Ves, S., 2022. A systemic analysis of the impacts of Sustainability. *IFAC PapersOnLine*, 55(10), pp. 1110-1115.
- PT Industri Kereta Api (Persero), 2021. *Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan*, Kota Madiun: PT Industri Kereta Api (Persero).
- Saetren, G. B. & Laumann, K., 2017. Organizational change management theories and safety - A critical review. *Journal Safety Science Monitor* , 20(1), pp. 1-10.
- Salehi, V., Veitch, B. & Musharraf, M., 2020. Measuring and improving adaptive capacity in resilient systems by means of an integrated DEA-Machine learning approach. *Applied Ergonomics*, Volume 82, p. 102975.
- Sinha, K. C., Labi, S. & Agbelie, B. R., 2017. Transportation infrastructure asset management in the new millennium continuing issues and emerging challenges and opportunities. *Transportmetrica A: Transport Science*, 13(7), p. 591–606.
- Sipl, F., Rioa, B. d. & Reinharta, G., 2022. Approach for stakeholder identification in Manufacturing Change Management. *9th CIRP Conference on Assembly Technology and Systems*, Volume 106, pp. 191-196.
- Sofat, K., Kiran, R. & Kaushik, S., 2015. Organizational change and organizational commitment: An empirical study of it organizational in India. *Global Journal of Management and Business Research: A Administration and Management*, 15(6), pp. 39-49.
- Sousa, V., Almeida, N. M. D. & Dias, L. A., 2012. Risk management framework for the construction industry according to the ISO 31000:2009 standard. *Journal of risk analysis and crisis response*, 2(4), pp. 261-274.

- Susilo, L. J. & Kaho, V. R., 2018. *Manajemen risiko berbasis risiko ISO 31000:2018 panduan untuk risk leader dan risk practitioner*. Jakarta: PT Grasindo.
- The Institute of Asset Management (IAM), 2015. *Asset management - an anatomy*. [Online] Available at: www.theiam.org [Accessed 29 Januari 2022].
- Tjahjadi, B., Soewarno, N. & Mustikaningtyas, F., 2021. Good corporate governance and corporate sustainability performance in Indonesia: A triple bottom line approach. *Heliyon*, Volume 7, p. e06453.
- Tone, K. & Tsutsui, M., 2014. Dynamic DEA with network structure: A slacks-based measure approach. *Omega*, Volume 42, pp. 124-131.
- Trianni, A., Cagno, E., Neri, A. & Howard, M., 2019. Measuring industrial sustainability performance: Empirical evidence from Italian and German manufacturing small and medium enterprises. *Journal of Cleaner Production*, Volume 229, pp. 1355-1376.
- Trindade, M., Almeida, N., Finger, M. & Ferreira, D., 2019. Design and Development of a Value-Based Decision Making Process for Asset Intensive Organizations. *Asset Intelligence through Integration and Interoperability and Contemporary Vibration Engineering Technologies*, Issue https://doi.org/10.1007/978-3-319-95711-1_60, pp. 605-623.
- Wahyudien, M. A. N. & Kusriani, E., 2020. Risk management berdasarkan framework pada aktifitas perusahaan jasa konsultasi dengan ISO 31000:2018. *Teknoin*, 26(2), pp. 127-140.
- Wu, Y.-C. & Lin, S.-W., 2022. Efficiency evaluation of Asia's cultural tourism using a dynamic DEA approach. *Socio-Economic Planning Sciences*, p. 101426.
- Yan, H. et al., 2019. Risk assessment for construction of urban rail transit projects. *Safety Science*, Volume 118, pp. 583-594.

Lampiran 1. Hasil analisa identifikasi Data Envelopment Analysis melalui aplikasi *Frontier Analyst*

Comparison 1

100,00% 180			Peers: 0 References: 3
Potential Improvements			
Variable Improvement	Actual	Target	Potential
Availability	1,00	1,00	0,00 %
Biaya Kesehatan	2085,00	2085,00	0,00 %
Biaya Pemeliharaan	0,00	0,00	0,00 %
Dampak Lingkungan	0,86	0,86	0,00 %
Insiden & Accident	0,63	0,63	0,00 %
Konsumsi Energi	5349,00	5349,00	0,00 %
Konsumsi Material	32617,00	32617,00	0,00 %
Limbah Berbahaya	0,68	0,68	0,00 %
Material Reject	0,00	0,00	0,00 %
Total Produk	162,00	162,00	0,00 %

Peer Contributions		
180	Availability	100,00 %
180	Biaya Kesehatan	100,00 %
180	Biaya Pemeliharaan	100,00 %
180	Dampak Lingkungan	100,00 %
180	Insiden & Accident	100,00 %
180	Konsumsi Energi	100,00 %
180	Konsumsi Material	100,00 %
180	Limbah Berbahaya	100,00 %
180	Material Reject	100,00 %
180	Total Produk	100,00 %

Input / Output Contributions		
Availability	0,00 %	Input
Biaya Kesehatan	0,00 %	Input
Biaya Pemeliharaan	100,00 %	Input
Dampak Lingkungan	0,00 %	Input
Insiden & Accident	0,00 %	Input
Konsumsi Energi	0,00 %	Input
Konsumsi Material	0,00 %	Input
Limbah Berbahaya	0,00 %	Input
Material Reject	0,00 %	Input
Total Produk	100,00 %	Output

Peers
180

100,00%	360	Peers: 0	
		References: 2	
Potential Improvements			
Variable	Actual	Target	Potential Improvement
Availability	1,00	1,00	0,00 %
Biaya Kesehatan	2285,00	2285,00	0,00 %
Biaya Pemeliharaan	0,00	0,00	0,00 %
Dampak Lingkungan	0,09	0,09	0,00 %
Insiden & Accident	0,37	0,37	0,00 %
Konsumsi Energi	5529,00	5529,00	0,00 %
Konsumsi Material	52173,00	52173,00	0,00 %
Limbah Berbahaya	0,32	0,32	0,00 %
Material Reject	0,03	0,03	0,00 %
Total Produk	156,00	156,00	0,00 %

Peer Contributions		
360	Availability	100,00 %
360	Biaya Kesehatan	100,00 %
360	Biaya Pemeliharaan	100,00 %
360	Dampak Lingkungan	100,00 %
360	Insiden & Accident	100,00 %
360	Konsumsi Energi	100,00 %
360	Konsumsi Material	100,00 %
360	Limbah Berbahaya	100,00 %
360	Material Reject	100,00 %
360	Total Produk	100,00 %

Input / Output Contributions		
Availability	0,00 %	Input
Biaya Kesehatan	0,00 %	Input
Biaya Pemeliharaan	99,57 %	Input
Dampak Lingkungan	0,43 %	Input
Insiden & Accident	0,00 %	Input
Konsumsi Energi	0,00 %	Input
Konsumsi Material	0,00 %	Input
Limbah Berbahaya	0,00 %	Input
Material Reject	0,00 %	Input
Total Produk	100,00 %	Output
Peers		
360		

100,00%	540			Peers: 0 References: 1
Potential Improvements				
Variable	Actual	Target	Potential Improvement	
Availability	0,99	0,99	0,00 %	
Biaya Kesehatan	2043,00	2043,00	0,00 %	
Biaya Pemeliharaan	0,00	0,00	0,00 %	
Dampak Lingkungan	0,19	0,19	0,00 %	
Insiden & Accident	0,43	0,43	0,00 %	
Konsumsi Energi	5039,00	5039,00	0,00 %	
Konsumsi Material	82832,00	82832,00	0,00 %	
Limbah Berbahaya	0,45	0,45	0,00 %	
Material Reject	0,02	0,02	0,00 %	
Total Produk	197,00	197,00	0,00 %	

Peer Contributions		
540	Availability	100,00 %
540	Biaya Kesehatan	100,00 %
540	Biaya Pemeliharaan	100,00 %
540	Dampak Lingkungan	100,00 %
540	Insiden & Accident	100,00 %
540	Konsumsi Energi	100,00 %
540	Konsumsi Material	100,00 %
540	Limbah Berbahaya	100,00 %
540	Material Reject	100,00 %
540	Total Produk	100,00 %

Input / Output Contributions		
Availability	0,00 %	Input
Biaya Kesehatan	0,00 %	Input
Biaya Pemeliharaan	88,24 %	Input
Dampak Lingkungan	3,35 %	Input
Insiden & Accident	0,00 %	Input
Konsumsi Energi	0,00 %	Input
Konsumsi Material	0,00 %	Input
Limbah Berbahaya	0,00 %	Input
Material Reject	8,41 %	Input
Total Produk	100,00 %	Output
Peers		
540		

33,24% 720			Peers: 3 References: 0
Potential Improvements			
Variable	Actual	Target	Potential Improvement
Availability	0,99	0,33	-67,03 %
Biaya Kesehatan	1749,00	150,66	-91,39 %
Biaya Pemeliharaan	0,19	0,05	-73,74 %
Dampak Lingkungan	0,76	0,25	-66,76 %
Insiden & Accident	0,57	0,11	-80,79 %
Konsumsi Energi	6696,00	1547,43	-76,89 %
Konsumsi Material	300623,00	42787,88	-85,77 %
Limbah Berbahaya	0,55	0,18	-66,76 %
Material Reject	0,00	0,00	-66,76 %
Total Produk	126,00	126,00	0,00 %

Peer Contributions		
1080	Availability	0,04 %
1080	Biaya Kesehatan	0,14 %
1080	Biaya Pemeliharaan	0,05 %
1080	Dampak Lingkungan	0,01 %
1080	Insiden & Accident	0,04 %
1080	Konsumsi Energi	0,04 %
1080	Konsumsi Material	0,01 %
1080	Limbah Berbahaya	0,03 %
1080	Material Reject	2,99 %
1080	Total Produk	0,02 %
1620	Availability	77,96 %
1620	Biaya Kesehatan	77,60 %
1620	Biaya Pemeliharaan	74,43 %
1620	Dampak Lingkungan	99,82 %
1620	Insiden & Accident	47,70 %
1620	Konsumsi Energi	78,11 %
1620	Konsumsi Material	98,93 %
1620	Limbah Berbahaya	83,43 %
1620	Material Reject	75,73 %
1620	Total Produk	99,64 %
1800	Availability	21,99 %
1800	Biaya Kesehatan	22,25 %
1800	Biaya Pemeliharaan	25,52 %
1800	Dampak Lingkungan	0,17 %
1800	Insiden & Accident	52,26 %
1800	Konsumsi Energi	21,86 %
1800	Konsumsi Material	1,06 %
1800	Limbah Berbahaya	16,55 %
1800	Material Reject	21,28 %

<i>Peer Contributions</i>		
1800	Total Produk	0,34 %

<i>Input / Output Contributions</i>		
Availability	0,00 %	Input
Biaya Kesehatan	0,00 %	Input
Biaya Pemeliharaan	0,00 %	Input
Dampak Lingkungan	99,06 %	Input
Insiden & Accident	0,00 %	Input
Konsumsi Energi	0,00 %	Input
Konsumsi Material	0,00 %	Input
Limbah Berbahaya	0,56 %	Input
Material Reject	0,38 %	Input
Total Produk	100,00 %	Output
<i>Peers</i>		
1080		
1620		
1800		

100,00% 900		Peers: 0 References: 1	
<i>Potential Improvements</i>			
Variable Improvement	Actual	Target	Potential
Availability	1,00	1,00	0,00 %
Biaya Kesehatan	1034,00	1034,00	0,00 %
Biaya Pemeliharaan	0,17	0,17	0,00 %
Dampak Lingkungan	0,84	0,84	0,00 %
Insiden & Accident	0,67	0,67	0,00 %
Konsumsi Energi	5488,00	5488,00	0,00 %
Konsumsi Material	81858,00	81858,00	0,00 %
Limbah Berbahaya	0,69	0,69	0,00 %
Material Reject	0,00	0,00	0,00 %
Total Produk	72,00	72,00	0,00 %

<i>Peer Contributions</i>		
900	Availability	100,00 %
900	Biaya Kesehatan	100,00 %
900	Biaya Pemeliharaan	100,00 %
900	Dampak Lingkungan	100,00 %
900	Insiden & Accident	100,00 %
900	Konsumsi Energi	100,00 %
900	Konsumsi Material	100,00 %

900	Limbah Berbahaya	100,00 %
900	Material Reject	100,00 %
900	Total Produk	100,00 %

<i>Input / Output Contributions</i>		
Availability	0,00 %	Input
Biaya Kesehatan	0,00 %	Input
Biaya Pemeliharaan	0,00 %	Input
Dampak Lingkungan	0,00 %	Input
Insiden & Accident	0,00 %	Input
Konsumsi Energi	0,00 %	Input
Konsumsi Material	56,80 %	Input
Limbah Berbahaya	0,00 %	Input
Material Reject	43,20 %	Input
Total Produk	100,00 %	Output
<i>Peers</i>		
900		

100,00% 1080	Peers: 0 References: 4		
<i>Potential Improvements</i>			
Variable	Actual	Target	Potential Improvement
Availability	0,99	0,99	0,00 %
Biaya Kesehatan	1480,00	1480,00	0,00 %
Biaya Pemeliharaan	0,16	0,16	0,00 %
Dampak Lingkungan	0,15	0,15	0,00 %
Insiden & Accident	0,33	0,33	0,00 %
Konsumsi Energi	3705,00	3705,00	0,00 %
Konsumsi Material	40111,00	40111,00	0,00 %
Limbah Berbahaya	0,31	0,31	0,00 %
Material Reject	0,01	0,01	0,00 %
Total Produk	174,00	174,00	0,00 %

<i>Peer Contributions</i>		
1080	Availability	100,00 %
1080	Biaya Kesehatan	100,00 %
1080	Biaya Pemeliharaan	100,00 %
1080	Dampak Lingkungan	100,00 %
1080	Insiden & Accident	100,00 %
1080	Konsumsi Energi	100,00 %
1080	Konsumsi Material	100,00 %
1080	Limbah Berbahaya	100,00 %

1080	Material Reject	100,00 %
1080	Total Produk	100,00 %

<i>Input / Output Contributions</i>		
Availability	0,00 %	Input
Biaya Kesehatan	0,00 %	Input
Biaya Pemeliharaan	0,00 %	Input
Dampak Lingkungan	0,00 %	Input
Insiden & Accident	0,00 %	Input
Konsumsi Energi	0,00 %	Input
Konsumsi Material	91,37 %	Input
Limbah Berbahaya	8,63 %	Input
Material Reject	0,00 %	Input
Total Produk	100,00 %	Output
<i>Peers</i>		
1080		

70,81%	1260	Peers: 4 References: 0	
<i>Potential Improvements</i>			
Variable	Actual	Target	Potential
Improvement			
Availability	0,99	0,27	-72,91 %
Biaya Kesehatan	799,00	451,78	-43,46 %
Biaya Pemeliharaan	0,02	0,02	-29,19 %
Dampak Lingkungan	0,18	0,13	-29,19 %
Insiden & Accident	0,14	0,10	-29,19 %
Konsumsi Energi	3151,00	1360,86	-56,81 %
Konsumsi Material	28679,00	20307,09	-29,19 %
Limbah Berbahaya	0,66	0,12	-81,14 %
Material Reject	0,05	0,00	-93,44 %
Total Produk	66,00	66,00	0,00 %

<i>Peer Contributions</i>		
1080	Availability	14,07 %
1080	Biaya Kesehatan	12,51 %
1080	Biaya Pemeliharaan	37,53 %
1080	Dampak Lingkungan	4,48 %
1080	Insiden & Accident	12,56 %
1080	Konsumsi Energi	10,40 %
1080	Konsumsi Material	7,55 %
1080	Limbah Berbahaya	9,59 %
1080	Material Reject	12,07 %

Peer Contributions		
1080	Total Produk	10,07 %
1620	Availability	25,14 %
1620	Biaya Kesehatan	6,89 %
1620	Biaya Pemeliharaan	59,45 %
1620	Dampak Lingkungan	52,03 %
1620	Insiden & Accident	13,76 %
1620	Konsumsi Energi	23,65 %
1620	Konsumsi Material	55,51 %
1620	Limbah Berbahaya	32,50 %
1620	Material Reject	0,31 %
1620	Total Produk	50,65 %
180	Availability	20,02 %
180	Biaya Kesehatan	24,96 %
180	Biaya Pemeliharaan	1,00 %
180	Dampak Lingkungan	36,10 %
180	Insiden & Accident	33,81 %
180	Konsumsi Energi	21,26 %
180	Konsumsi Material	8,69 %
180	Limbah Berbahaya	29,59 %
180	Material Reject	2,89 %
180	Total Produk	13,28 %
360	Availability	40,77 %
360	Biaya Kesehatan	55,63 %
360	Biaya Pemeliharaan	2,03 %
360	Dampak Lingkungan	7,39 %
360	Insiden & Accident	39,87 %
360	Konsumsi Energi	44,69 %
360	Konsumsi Material	28,26 %
360	Limbah Berbahaya	28,32 %
360	Material Reject	84,72 %
360	Total Produk	26,00 %

Input / Output Contributions		
Availability	0,00 %	Input
Biaya Kesehatan	0,00 %	Input
Biaya Pemeliharaan	7,31 %	Input
Dampak Lingkungan	8,12 %	Input
Insiden & Accident	11,64 %	Input
Konsumsi Energi	0,00 %	Input
Konsumsi Material	72,94 %	Input
Limbah Berbahaya	0,00 %	Input
Material Reject	0,00 %	Input
Total Produk	100,00 %	Output

Peers
1080
1620
180
360

18,86%	1440			Peers: 3 References: 0
Potential Improvements				
Variable	Actual	Target	Potential Improvement	
Availability	0,99	0,09	-91,09 %	
Biaya Kesehatan	621,00	117,15	-81,14 %	
Biaya Pemeliharaan	0,04	0,01	-81,14 %	
Dampak Lingkungan	0,81	0,07	-91,66 %	
Insiden & Accident	0,86	0,04	-95,85 %	
Konsumsi Energi	3705,00	421,73	-88,62 %	
Konsumsi Material	40501,00	7640,21	-81,14 %	
Limbah Berbahaya	0,34	0,05	-85,25 %	
Material Reject	0,04	0,00	-99,31 %	
Total Produk	26,00	26,00	0,00 %	

Peer Contributions		
1080	Availability	21,67 %
1080	Biaya Kesehatan	24,38 %
1080	Biaya Pemeliharaan	38,06 %
1080	Dampak Lingkungan	4,35 %
1080	Insiden & Accident	18,05 %
1080	Konsumsi Energi	16,95 %
1080	Konsumsi Material	10,13 %
1080	Limbah Berbahaya	11,97 %
1080	Material Reject	75,07 %
1080	Total Produk	12,91 %
1620	Availability	38,94 %
1620	Biaya Kesehatan	13,50 %
1620	Biaya Pemeliharaan	60,65 %
1620	Dampak Lingkungan	50,84 %
1620	Insiden & Accident	19,89 %
1620	Konsumsi Energi	38,78 %
1620	Konsumsi Material	74,97 %
1620	Limbah Berbahaya	40,83 %
1620	Material Reject	1,95 %
1620	Total Produk	65,34 %

180	Availability	39,39 %
180	Biaya Kesehatan	62,12 %
180	Biaya Pemeliharaan	1,29 %
180	Dampak Lingkungan	44,80 %
180	Insiden & Accident	62,06 %
180	Konsumsi Energi	44,27 %
180	Konsumsi Material	14,90 %
180	Limbah Berbahaya	47,20 %
180	Material Reject	22,97 %
180	Total Produk	21,75 %

<i>Input / Output Contributions</i>		
Availability	0,00 %	Input
Biaya Kesehatan	15,14 %	Input
Biaya Pemeliharaan	2,24 %	Input
Dampak Lingkungan	0,00 %	Input
Insiden & Accident	0,00 %	Input
Konsumsi Energi	0,00 %	Input
Konsumsi Material	82,62 %	Input
Limbah Berbahaya	0,00 %	Input
Material Reject	0,00 %	Input
Total Produk	100,00 %	Output
<i>Peers</i>		
1080		
1620		
180		

100,00% 1620		Peers: 0 References: 4	
<i>Potential Improvements</i>			
Variable	Actual	Target	Potential Improvement
Availability	0,97	0,97	0,00 %
Biaya Kesehatan	447,00	447,00	0,00 %
Biaya Pemeliharaan	0,14	0,14	0,00 %
Dampak Lingkungan	0,97	0,97	0,00 %
Insiden & Accident	0,20	0,20	0,00 %
Konsumsi Energi	4621,00	4621,00	0,00 %
Konsumsi Material	161837,00	161837,00	0,00 %
Limbah Berbahaya	0,58	0,58	0,00 %
Material Reject	0,00	0,00	0,00 %
Total Produk	480,00	480,00	0,00 %

Peer Contributions		
1620	Availability	100,00 %
1620	Biaya Kesehatan	100,00 %
1620	Biaya Pemeliharaan	100,00 %
1620	Dampak Lingkungan	100,00 %
1620	Insiden & Accident	100,00 %
1620	Konsumsi Energi	100,00 %
1620	Konsumsi Material	100,00 %
1620	Limbah Berbahaya	100,00 %
1620	Material Reject	100,00 %
1620	Total Produk	100,00 %

Input / Output Contributions		
Availability	0,00 %	Input
Biaya Kesehatan	0,00 %	Input
Biaya Pemeliharaan	0,00 %	Input
Dampak Lingkungan	0,00 %	Input
Insiden & Accident	2,21 %	Input
Konsumsi Energi	0,00 %	Input
Konsumsi Material	0,00 %	Input
Limbah Berbahaya	0,00 %	Input
Material Reject	97,79 %	Input
Total Produk	100,00 %	Output
Peers		
1620		

100,00% 1800			Peers: 0
			References: 2
Potential Improvements			
Variable	Actual	Target	Potential Improvement
Availability	1,00	1,00	0,00 %
Biaya Kesehatan	468,00	468,00	0,00 %
Biaya Pemeliharaan	0,17	0,17	0,00 %
Dampak Lingkungan	0,01	0,01	0,00 %
Insiden & Accident	0,80	0,80	0,00 %
Konsumsi Energi	4722,00	4722,00	0,00 %
Konsumsi Material	6328,00	6328,00	0,00 %
Limbah Berbahaya	0,42	0,42	0,00 %
Material Reject	0,00	0,00	0,00 %
Total Produk	6,00	6,00	0,00 %

<i>Peer Contributions</i>		
1800	Availability	100,00 %
1800	Biaya Kesehatan	100,00 %
1800	Biaya Pemeliharaan	100,00 %
1800	Dampak Lingkungan	100,00 %
1800	Insiden & Accident	100,00 %
1800	Konsumsi Energi	100,00 %
1800	Konsumsi Material	100,00 %
1800	Limbah Berbahaya	100,00 %
1800	Material Reject	100,00 %
1800	Total Produk	100,00 %

<i>Input / Output Contributions</i>		
Availability	0,00 %	Input
Biaya Kesehatan	0,00 %	Input
Biaya Pemeliharaan	0,00 %	Input
Dampak Lingkungan	49,28 %	Input
Insiden & Accident	0,00 %	Input
Konsumsi Energi	0,00 %	Input
Konsumsi Material	0,00 %	Input
Limbah Berbahaya	0,00 %	Input
Material Reject	50,72 %	Input
Total Produk	100,00 %	Output
<i>Peers</i>		
1800		