



Analisis Keandalan Teknologi Pengolah Sampah TPA Menjadi Bahan Bakar Refuse Derived Fuels (RDF) dengan Pendekatan Six Sigma DMAIC

Farid Mujayyin^{1*}, Dea Argita Gunarso², Nugrahadi Djazaul Mukhsinin³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Perawatan Mesin dan Peralatan Industri, Akademi Komunitas Semen Indonesia Gresik, Komplek Pabrik PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. Jalan Veteran Gresik 61122

Abstrak

Teknologi pengolah sampah menjadi Refuse Derived Fuels (RDF) merupakan teknologi pendukung eksplorasi potensial material baru yang diciptakan untuk memilah, memproses, dan mencacah tumpukan sampah TPA sampai menjadi alternatif bahan bakar. Namun hanya mampu memproduksi 3 ton/hari, sehingga dibutuhkan peningkatan performa mesin dan laju produksi dengan metode Six Sigma DMAIC. Mengukur performa mesin melalui pengecekan SOP, getaran, suara, kelurusan komponen dengan menampilkan diagram pareto yang menunjukkan pemilahan sampah (52%), ballistic separator (15%) kinerja mesin shredder (45%) pengering RDF (32%) dan menghitung nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) rata-rata efektifitas mesin 15,69%. Analisis menentukan penyebab utama kerusakan pada mesin pengolah sampah dengan diagram fishbone yaitu pemilahan dan kondisi shredder. Improve menentukan perbaikan dan peningkatan laju produksi RDF. Control memonitor proses manufaktur material sampah masuk ke mesin pengolah sampai pada finishing produk RDF berdiameter 25 mm. Peningkatan performa pada laju proses produksi RDF dapat ditingkatkan nilai OEE pasca dilakukan perbaikan sebesar 45,85% sehingga ada kenaikan sebesar 30,16% dari nilai sebelumnya.

Kata-kata kunci: Pemeriksaan, Maintenance, RDF, DMAIC

Abstract

The technology for processing waste into Refuse Derived Fuels (RDF) is a technology that supports the exploration of potential new materials created to sort, process, and chop landfill waste piles into alternative fuels. However, it is only capable of producing 3 tons / day, so that it requires an increase in engine performance and production rate using the Six Sigma DMAIC method. Measure engine performance through checking SOP, vibration, sound, component alignment by displaying a pareto diagram showing waste sorting (52%), ballistic separator (15%) shredder machine performance (45%) RDF dryer (32%) and calculating Overall Equipment value Effectiveness (OEE) engine effectiveness average 15.69%. The analysis determines the main cause of damage to the waste processing machine with a fishbone diagram, namely the sorting and shredder conditions. Improve determines improvements and increases the rate of production of RDF. Control monitors the manufacturing process of waste material entering the processing machine until the RDF product finishes with a diameter of 25 mm. The increase in performance at the rate of the RDF production process can be increased by the OEE value after the improvement is 45.85% so that there is an increase of 30.16% from the previous value.

Keywords: Inspection, Maintenance, RDF, DMAIC

* Corresponding author E-mail address: faridmujayyin@gmail.com, deaargita690@gmail.com, nugie1228@gmail.com

1. PENDAHULUAN

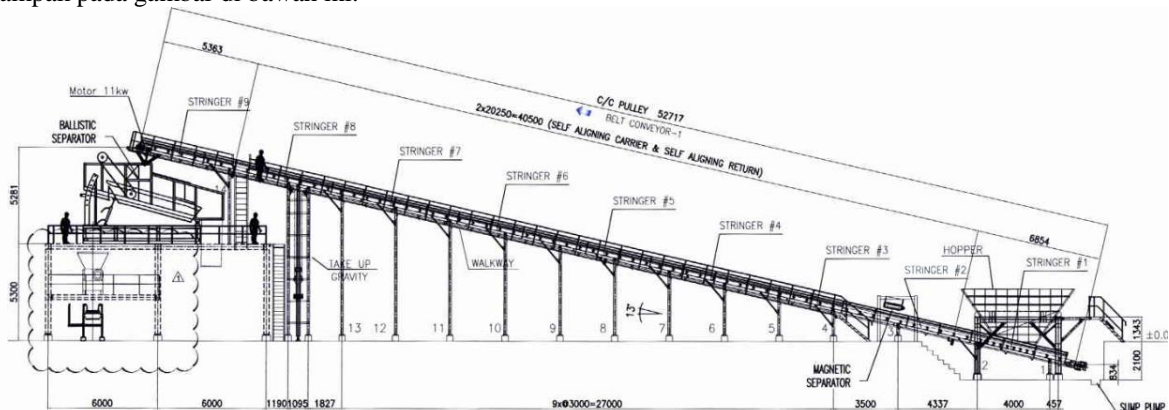
Teknologi pengolah sampah yang dimanfaatkan untuk menuntaskan persoalan sampah TPA yang ada dikota merupakan solusi inovatif yang dapat mengubah sampah menjadi bahan bakar alternatif atau bahasa lainnya *Refuse Derived Fuels* RDF yang digagas project PT. xxx. bekerja sama dengan Pemerintah Kabupaten Gresik yang bernama program Waste to Zero (WTZ) berlokasi di pusat kota gresik tepatnya di Kelurahan Ngipik Kabupaten Gresik. Teknologi pengolah sampah pada project tersebut sangat besar kuantitas besaran dan jumlah komponen mesin sangat banyak. Sebelum dilakukan pengoperasian peralatan pengolah sampah memerlukan aspek kesiapan produksi dan dibutuhkan keandalan sehingga peralatan tersebut dapat beroperasi dengan optimal. Berdasarkan penelitian sebelumnya hasil surveinya peralatan produksi sering sekali mengalami *trouble* yang disebabkan beberapa hal salah satunya pada kinerja mesin *shredder*, mesin tersebut merupakan bagian teknologi pengolah sampah menjadi bahan bakar alternatif yang sering digunakan untuk memudahkan pemindahan material sampah, memproses, memilah, dan mencacah sampah sampai pada butiran terkecil.

Kesiapan operasi dan performa mesin pada pengolahan sampah basah yang menyebabkan mesin pengolah sampah sulit untuk merobek material sampah yang berada di TPA. Kendala kuantitas disebabkan mesin yang sering mati akibat *shredder* terlalu berat untuk mencacah sampah basah *load* sehingga terjadi penyumbatan pada mesin, dan terjadi arus pendek listrik sehingga hanya mampu beroperasi 7 jam dan mampu produksi 3 ton [9]. Pemeriksaan dan perbaikan kinerja mesin pengolah sampah merupakan tahapan yang tepat untuk meningkatkan performa pada laju produksi RDF. Preventive maintenance melalui pemeriksaan getaran, suara dan kelurusan komponen memerlukan peralatan ukur yang akurat bertujuan untuk mendeteksi kondisi mesin *shredder* terutama komponen *reducer*, *shaft*, *electrical motor* sedangkan langkah perbaikan laju produksi perlu dilakukan penerapan dengan metode *define*, *measure*, *analyze*, *improve*, dan *control* pada komponen mesin produksi RDF. Tujuannya menentukan komponen yang memerlukan perbaikan setelah dilakukan perbaikan dari hasil diagnostic kondisi kesiapan mesin dan hasil analisis DMAIC pada komponen mesin tersebut sehingga nilai standart OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) dapat ditingkatkan.

2. LANDASAN TEORI

A. Proses Produksi RDF dari sampah TPA

Standart manufaktur pengolahan sampah menjadi RDF menurut beberapa kajian tentang pembuatan RDF yang berasal dari material sisa-sisa yang tidak berguna menjadi sampah yang mudah terbakar kemudian diproses produksi melalui proses sortir/pemisahan (*ferrous*), penyaringan, penghancuran (*shredder*), pemisahan zat cair dan minyak, serta pencampuran zat tertentu sampai menjadi bahan bakar alternatif yanga dapat dimanfaatkan sebagai energi pembakaran pada pabrik semen [1] [5]. Adapun skema proses seperti tampak pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Teknologi pengolah sampah menjadi RDF

B. Pemeliharaan (*Maintenance*)

Biasanya pemeliharaan mesin meliputi *preventive maintenance* merupakan perawatan terencana yang bertujuan untuk menjaga performa mesin dan *corrective maintenance* yaitu kegiatan perbaikan setelah terjadinya kerusakan pada suatu mesin. Salah satu upaya dalam mengembalikan performa mesin dalam pemeliharaan perlu dilakukan perbaikan mesin atau *overhaul*. Proses perbaikan mesin memerlukan beberapa tahapan pekerjaan diantaranya inspeksi, pembongkaran, pengukuran, pemasangan, dan pengetesan mesin.[8] Mulai proses inspeksi hingga pengetesan mesin dilakukan sesuai prosedur agar performa mesin dapat meningkat.

C. Metode Six sigma DMAIC

Metode Six Sigma DMAIC sebuah metode peningkatan produksi dari meminimalisir penyebab kerusakan yang diketahui, efisiensi waktu dan biaya produksi, meningkatkan produktivitas, memenuhi kebutuhan pelanggan, mencapai utilitas mesin yang optimal, serta mendapatkan hasil yang lebih baik dari segi produksi maupun pelayanan [2] [3] [6].

Metode DMAIC yang merupakan singkatan dari *define, measure, analyze, improve dan control* dengan penjelasan sebagai berikut;

- a. **Define** tahap ini dilakukan untuk menentukan hal-hal kritis pada peralatan produksi
- b. **Measure** merupakan pengukuran terhadap permasalahan atau kerusakan untuk diperbaiki atau diselesaikan
- c. **Analyze** yaitu tahap dilakukannya penentuan sebab akibat permasalahan biasanya menggunakan *diagram fishbone*.
- d. **Improve** pada tahap ini dirancang usulan-usulan perbaikan untuk mengurangi kerusakan yang terjadi. Pada tahap ini pula dilakukan implementasi usulan-usulan yang telah dirancang.
- e. **Control** tahap ini dilakukan pengendalian proses dan melakukan perbaikan, menghitung *sigma quality level* dan membandingkan tingkat kualitas sebelum dan setelah perbaikan dengan melakukan uji hipotesis peningkatan pasca dilakukan perbaikan.

D. Overall Effectiveness Equipment (OEE)

OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) adalah metode pengukuran pada efektifitas penggunaan dan pemanfaatan mesin, peralatan, waktu serta material, dalam sebuah sistem operasi dilantai produksi. Tujuan OEE yaitu ;

- Nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) mengkualifikasi tingkat kualitas dari performa unit mesin produksi RDF
- Nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) juga dapat mengidentifikasi mesin mana yang paling efektif dan mesin mana yang kurang optimal [7].

Nilai ideal OEE berdasarkan standar dari perusahaan kelas dunia adalah 85% dengan komposisi sebagai berikut:

- Availability ratio* > 90%
- Performance ratio* > 95%
- Quality ratio* > 99%

Availability ratio adalah tingkat kesiapan mesin beroperasi tanpa mengalami gangguan atau timbulnya kerusakan yang menghentikan proses produksi.

$$\text{Availability Ratio} = \frac{\text{operation time}}{\text{loading time}} = \frac{\text{loading time} - \text{down time}}{\text{loading time}} \quad (1)$$

Performance ratio adalah tingkat efisiensi mesin dalam menghasilkan produk berdasarkan waktu operasi mesin.

$$\text{Performance Ratio} = \frac{\text{proceed amount} \times \text{cycle time}}{\text{operation time}} \quad (2)$$

Quality ratio adalah perbandingan tingkat rata-rata produksi yang dihasilkan mesin dengan kualitas baik dan memenuhi standar kualitas yang ditentukan dengan produk tidak standar.

$$Quality\ Ratio = \frac{proceed\ amount - defect\ amount}{proceed\ amount} \quad (3)$$

Overall equipment effectiveness (OEE) adalah tingkat efektivitas penggunaan mesin selama mesin tersebut berada dalam keadaan beroperasi.

$$OEE = availability\ ratio \times performance\ ratio \times quality\ ratio \quad (4)$$

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain kualitatif dan kuantitatif karena data penelitian ini bersifat penjelasan penerapan. Penelitian kualitatif merupakan tergolong deskriptif dan cenderung menggunakan analisis sesuai fakta dilapangan.

Teknik pengambilan data dilakukan dengan pengecekan teknologi pengolah sampah ada beberapa alat ukur/alat test yang dapat mengecek untuk mengetahui kondisi peralatan *equipment* sebagai berikut dalam tabel 3.1.

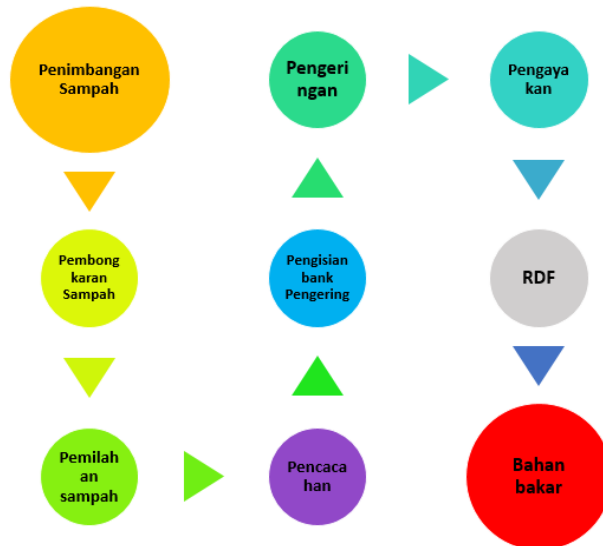
Tabel 1. Tahapan pemeriksaan kondisi mesin

Tahapan Inspeksi	Menggunakan Alat ukur
check engine vibration	Vibration meter
Mengecek pencahayaan area mesin RDF	Lux meter
Mengecek kelurusan, poros, coupling, run out mesin, atau pemeriksaan kesetabilan putaran mesin	Dial indicator
Mengecek kelurusan komponen mesin	Mistar baja
Mendeteksi kebisingan suara pada mesin	Sound level meter
Memeriksa kejanggalan suara dalam mesin dan mendeteksi bunyi yang ada di bagian mesin seperti (bearing, shaft, reducer) sehingga mekanik bisa mengetahui sangat jelas dari detak kejut di telinga	Stetoskop Analyzer Frekuensi 10 HZ-10KHZ
Mengecek kondisi poros antara sumbu utama motor listrik dengan poros yang diputar dan untuk mendapatkan kesentrisan sehingga tidak menimbulkan gesekan getaran dan faktor-faktor lainnya	Shaft alignment tool
Mengecek dimensi ukuran RDF	Vernier caliper dan micrometer
Mengecek kondisi mesin secara visual dengan mendokumentasi	Kamera Handphone dan Memori Card

Sedangkan tujuan dari *preventive maintenance* sebuah tindakan upaya untuk meningkatkan nilai OEE pada peralatan Teknologi pengolah sampah TPA pada produksi RDF menggunakan rumus matematis (1), (2), (3), dan (4) seperti pada bab 2 di atas.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan Metode Six Sigma DMAIC pada mesin teknologi pengolah sampah TPA menjadi bahan bakar RDF (*Refuse Derived Fuels*) meliputi *define* menetapkan proses produksi sampah menjadi bahan bakar dengan standart tahapan proses produksi sesuai dengan beberapa kajian pustaka dan beberapa masukan praktisi di lapangan menghasilkan alur proses produksi yang standart pada gambar berikut ini tampak proses produksi RDF hingga dapat dijadikan bahan bakar untuk pabrik semen.



Gambar 4.1 proses produksi RDF

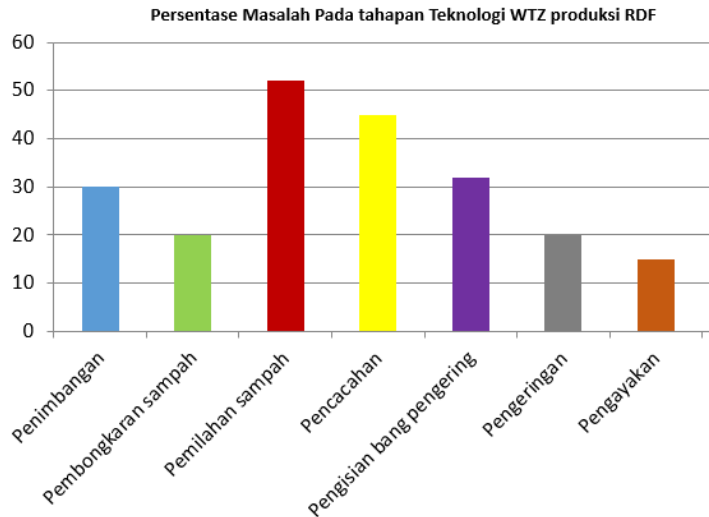
Proses produksi RDF yang telah ditentukan melalui tahapan; penimbangan sampah, pembongkaran sampah, pemilahan sampah, pencacahan, pengisian bank pengering, pengeringan, pengayakan, menjadi RDF, kemudian untuk bahan bakar. Sedangkan menentukan problem yang ada di pengolahan sampah di TPA ngipik berdasarkan identifikasi di lapangan yaitu pada mesin *shredder* di komponen *reducer*, *shaft*, *bearing* dan *electrical motor* sering mengalami kerusakan dikarenakan mencacah sampah dalam keadaan basah berdasarkan hasil wawancara di lapangan para petugas mengeluh saat musim hujan proses produksi RDF menurun.

Criticalpart pada bagian kritis yang mengalami kerusakan melalui identifikasi dan diagnosa kerusakan dengan cara *measure* yaitu mengukur performa mesin melalui beberapa jenis pengecekan/pemeriksaan komponen mesin/*sparepart* terlihat pada tabel hasil pemeriksaan sebagai berikut;

Tabel 2. Hasil monitoring

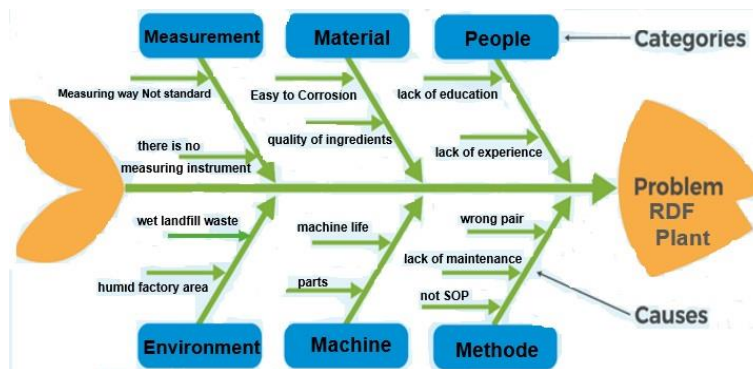
No	Macam-macam Kegiatan Monitoring	Analisa Hasil Monitoring
1	Menginspeksi secara <i>visual</i> menggunakan ceklis inspeksi	Terjadi kerusakan dan memerlukan perbaikan pada pisau shredder
2	Pengecekan pencahayaan menggunakan <i>lux meter</i>	Tingkat pencahayaan 230 lux dan sudah memenuhi standart tingkat pencahayaan
3	Pengecekan <i>run out</i> pada (<i>shaft-coupling</i>)	Hasil pengecekan run out pada poros driven masih dikatakan bagus karena masih di bawah toleransi yang diijinkan
4	Pengecekan kelurusan komponen mesin	Telah disejajarkan
5	Mendeteksi suara mesin menggunakan <i>sound level meter</i>	Hasil pengukuran tingkat kebisingan di antara ± 70 dB sampai ± 90 dB
6	Deteksi bunyi nois pada (<i>bearing</i> , <i>shaft</i> , <i>reducer</i>) menggunakan stetoskop	Adanya getaran namun pada tataran normal Motor, reducer, ballistic 7-8 A
7	Setting alignment sumbu poros coupling menggunakan AI 2000	Vertical -0,111 dan 0,048 Horizontal -0,057 dan -0,048
8	Pengecekan ukuran RDF	Ukuran RDF panjang 25,05 mm x lebar 12,05 mm
9	Mengecek kelembaban udara dan suhu di lingkungan TPA	suhu lingkungan sekitar TPA 30-35 ° Celcius dan kelembaban kisaran 66% RH
10	Pengecekan getaran mesin menggunakan <i>vibration meter</i>	Frekuensi antara 350-375 Hz

Banyaknya problem yang terjadi di setiap tahapan berdasarkan hasil pemeriksaan menampilkan secara umum problem ditampilkan dalam diagram paretto banyaknya masalah pada proses produksi RDF dari beberapa tahapan yang diidentifikasi.



Gambar 2. Pareto Chart Produksi RDF

Diagram pareto di atas menunjukkan bahwa masalah dominan yang didapatkan yaitu meliputi problem pada tahapan pemilahan sampah (52%), Pencacahan (45%), dan Pengisian bang pengering (32%). Sedangkan menghitung nilai OEE (*Overall Effectiveness Equipment*) awal rata-rata efektifitas mesin sebesar 26,22%. Hasil *Analyze* menentukan penyebab utama kerusakan dari analisis sebab-akibat kegagalan pada mesin pengolah sampah ditampilkan dengan *diagram fishbone*,



Gambar 3. Diagram Fishbone

Berdasarkan uraian gambar di atas sebab-akibat dari kegagalan mesin pengolah sampah TPA menjadi RDF disebabkan beberapa faktor diantaranya; pertama faktor manusia karena kurangnya pendidikan dan kurangnya pengalaman, yang kedua faktor material bahan yang mudah kena korosi, kualitas bahan sedang, faktor ketiga measurement disebabkan pengukuran yang tidak standart dan kurang tersedianya alat ukur untuk pemeriksaan. Sedangkan faktor ke empat yaitu metode disebabkan saat mengoperasikan tidak SOP, kurangnya maintenance dan salah pasang saat perbaikan mesin. Faktor ke lima mesin disebabkan kurang taunya referensi sparepart /suku cadang yang sulit ditemukan, dan pemakain umur mesin. faktor yang ke enam yang diperkirakan sulit dan membutuhkan ekstra untuk perbaikan yaitu disebabkan lingkungan sampah TPA yang basah dan lembab sehingga sampah jenis apapun tercampur jadi satu itulah yang menjadi paling dominan kegagalan biasanya karena cuaca dilingkungan diguyur hujan sehingga menjadi lembab, dan basah.

Improve bertujuan untuk menentukan perbaikan-perbaikan dan meningkatkan laju produksi RDF sebagai berikut.

Tabel 3. Usulan perbaikan

Penyebab Masalah	Usulan Perbaikan
Kurangnya pendidikan dan pengalaman	Mengadakan learning, course, training untuk para pegawai, jika diperlukan disekolahkan
Material bahan yang mudah korosi dan kualitas bahan sedang	Diperlukan setiap 5 -6 bulan sekali diadakan painting atau coating, dan segera melakukan teknik pelapisan
Tidak ada pengukuran atau pemeriksaan secara berkala berdasarkan jam operasi	Disediakan alat ukur untuk memeriksa dan memonitor pada critical part
Saat dioperasikan operator tidak mematuhi SOP, kurangnya maintenance dan salah setting mesin	SOP di sosialisasikan melalui media online dan cetak dan di tempel,
Kurangnya referensi / sparepart suku cadang yang sulit ditemukan,	Website link and contact ori spare parts when ordering online offline to partners
Pemakaian jam operasi dan penjadwalan secara teratur	Membuat schedule operasi RDF
Lingkungan yang lembab sehingga material sampah tercampur dengan tanah sehingga basah	Memerlukan ruang yang berongga udara terbuka namun diberi atap untuk menampung sampah yang akan diproses daur ulang

Control memonitor, mendokumentasikan, pengendalian dan dilakukan evaluasi agar tetap menjaga perbaikan kualitas. Sehingga evaluasi tersebut dapat merubah kepada lebih baik dari yang sebelumnya proses manufaktur material sampah masuk ke mesin pengolah sampai pada *finishing* produk RDF berdiameter 25 mm. Hasil analisa OEE pada produksi pengolahan sampah menjadi bahan bakar RDF. Setelah seluruh data jam kerja produksi, jumlah produksi, jumlah produk cacat dan waktu *downtime* mesin produksi RDF telah dicatat, maka dapat dihitung tingkat efektifitasnya. Untuk menghitung tingkat efektifitas, diperlukan nilai *availability*, *performance* dan *quality*.

Diperoleh rata-rata jam kerja setiap karyawan dalam satu shift 480 menit/hari jadi jika dialokasikan setiap bulannya dengan waktu efektif 25 hari alokasi waktu jam kerja 12.000 menit, sedangkan proses produksi RDF dalam satu kemasan membutuhkan waktu 34 menit dan didapatkan data dari lapangan bahwa jumlah produksi menghasilkan RDF dari bulan Agustus 2019-Juli 2020 dan adapula data kegagalan dalam produksi RDF atau defect sebagai berikut. Produksi RDF tidak diperlukan target waktu dan jumlah kapasitas produksi, tetapi mesin pengolah sampah harus tetap beroperasi dan dibutuhkan manajemen pemeliharaan yang baik sehingga dapat mengurangi *down time* dan mereduksi sampah sebanyak-banyaknya. Kegagalan produksi biasanya disebabkan material yang tersangkut pada pisau shredder sehingga menjadi berhenti sesaat, saat mesin beroperasi. Hasil perhitungan *availability* mesin pengolah sampah menjadi RDF dengan menggunakan perhitungan rumus (1) dihasilkan sebagai berikut pada tabel 4. Berdasarkan perhitungan dan pencatatan kemampuan mesin memproduksi RDF dari Januari-desember rata-rata mesin dapat beroperasi tanpa gangguan sebesar 85,30 %.

Tabel 4. Perhitungan *availability ratio* Agustus 2019-Juli 2020

Bulan	Loading Time (menit)	Total Unplanned Downtime (menit)	Operating Time (menit)	Availability Rate (%)
Agustus	12000	2100	9900	82,50
September	12000	1500	10500	87,50
Oktober	12000	1700	10300	85,83
Nopember	12000	1400	10600	88,33
Desember	12000	2000	10000	83,33
Januari	12000	1600	10400	86,67
Februari	12000	1300	10700	89,17
Maret	12000	2075	9925	82,71
April	12000	1800	10200	85,00
Mei	12000	1900	10100	84,17
Juni	12000	1750	10250	85,42
Juli	12000	2050	9950	82,92
Rata-rata				85,30

Pada perhitungan *availability ratio* di bulan oktober dan februari mengalami kenaikan senilai 88,33 % dan 89 %. Sedangkan perhitungan *performance ratio* mesin produksi RDF dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan *Performance ratio*

Bulan	Operating Time (menit)	Proceed Amount	Ideal Cycle Time	Performance Ratio
Agustus	9900	74	35	26,16
September	10500	76	35	25,33
Nopember	10300	79	35	26,84
Oktober	10600	80	35	26,42
Desember	10000	70	35	24,50
Januari	10400	73	35	24,57
Februari	10700	76	35	24,86
Maret	9925	79	35	27,86
April	10200	71	35	24,36
Mei	10100	82	35	28,42
Juni	10250	78	35	26,63
Juli	9950	75	35	26,38

Rata-rata nilai *performance* mesin produksi RDF sebesar 26,02 % sangat rendah sebab mesin produksi mengalami kesulitan pencacahan dibulan musim penghujan disebabkan sampah dan material lainnya tergolong tidak bisa dilakukan pencacahan/penghancuran. Untuk menghindari kerusakan mesin dan biaya maintenance mahal sehingga proses produksi dihentikan. Nilai *quality ratio* mendapatkan hasil perhitungan pada tabel di bawah ini.

Tabel 6. Perhitungan *Quality ratio*

Bulan	Deffect Amount	Proceed Amount	Quality ratio
Januari	6	74	65,89
Februari	2	76	73,37
Maret	3	79	75,20
April	0	80	80,00
Mei	7	70	60,00
Juni	6	73	64,78
Juli	7	76	66,79
Agustus	0	79	79,00
September	5	71	63,96
Oktober	0	82	82,00
Nopember	8	78	67,74
Desember	4	75	69,67
Rata-rata <i>Quality ratio</i>			70,70

Perbandingan nilai rasio *availability*, *performance*, *quality*, dan OEE Mesin produksi RDF dengan standar JPIM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) dapat dilihat pada Tabel 5. Dari tabel ini dapat dilihat bahwa nilai OEE jauh di bawah standar JPIM. Rendahnya nilai OEE mesin produksi RDF dipengaruhi oleh nilai *performance ratio* yang rendah. Analisis penyebab rendahnya nilai *performance ratio* mesin RDF disebabkan karena faktor perencanaan sarana-prasarana pabrik bahan bakar alternatif yang tergolong relatif kurang memadai sehingga sarana peralatan tidak bisa mendukung dalam proses produksi ataupun maintenance, terutama dalam pengeringan bang sampah sedikit dan sampah yang datang dari pedesaan pasti tercampur aduk antara pasir, sisa makanan, tumbuhan, dedaunan organik lainnya sehingga sulit melakukan pencacahan sesuai *ideal cycle time*.

Tabel 7. Perhitungan nilai OEE mesin Produksi RDF pasca perbaikan

Parameter	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan	Standar Dunia
Availability ratio	85,30	85,30	90,00
Performance ratio	26,03	76,03	95,00
Quality ratio	70,70	70,70	99,00
OEE	15,69	45,85	85,00

Target nilai OEE mesin produksi RDF pasca dilakukan perbaikan dan maintenance semua aspek teknis dan perencanaan produksi akan meningkatkan *performance ratio* ditetapkan sebesar 76,03%, perbaikan pertama dilakukan dengan mendapat nilai awal OEE sebesar 15,69% sedangkan standar baru nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) sesudah perbaikan sebesar 45,85%. Meskipun di atas masih di bawah nilai standar JIPM namun standar baru ini dapat mengalami kenaikan sekitar 30,16% dari yang sebelumnya.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, di peroleh beberapa kesimpulan sebagai berikut;

- Mesin produksi RDF mendapatkan kenaikan pasca dilakukan perbaikan dan rekondisi walaupun nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) tersebut masih di bawah standar dunia.
- Penyebab rendahnya nilai OEE mesin produksi RDF adalah rendahnya nilai *performance ratio*. Beberapa akar masalah yang menyebabkan rendahnya nilai *performance ratio* adalah material sampah yang masuk pada mesin shredder pencacah sampah dalam kondisi lembab/basah karena cuaca hujan dan penampungan bang sampah terbatas hal itu yang menghambat proses produksi tidak berjalan optimal.
- Rendahnya nilai OEE pabrik pengolah sampah TPA memerlukan revitalisasi tujuan pencacahan fokus pada material sampah yang kering, plastik, dan limbah pabrik
- Agar produksi RDF dan teknologi pendukung material baru terus berjalan dan menghasilkan bahan bakar berkualitas tinggi diperlukan preventive maintenance.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih pada semua pihak yang telah mensukseskan dan menyelesaikan penelitian hingga selesai, baik mulai dari sosialisasi, pengenalan, adaptasi kerjasama yang baik, proses pengambilan data, inspection dan improvment perbaikan pada area pabrik bahan bakar alternatif RDF.

REFERENSI

- Eyad Batarseh, M. A. (2018). *Analysis of Refuse Derived Fuel Utilization from Aqaba Municipal Solid Waste*. Jordan Journal of Civil Engineering, Volume 12, No. 2 page 245-253.
- Gupta, N. (2013). *An Application of DMAIC Methodology for Increasing the Yarn Quality in Textile Industry*. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, 50-65.
- Hanky Fransiscus, C. P. (2014). Implementasi Metode Six Sigma DMAIC untuk Mengurangi Paint Bucket Cacat di PT X. *Journal Rekayasa Sistem Industri Vol.3, No.2 unpar*, 53-64.
- Haryanto, M. T. (2014). Evaluasi dan Optimalisasi Sistem Manajemen Teknik Operasional Pengelolaan Sampah (studi kasus: kec ungaran barat, kec ungaran timur). *Repository Universitas Diponegoro*, 54-61.
- Hasan, R. (2018). *Guidelines on Usage of Refuse Derived Fuel in Various Industries*. India: Ministry of Housing and Urban Affairs (MoHUA).
- Hassan, M. K. (2013). Applying Lean Six Sigma for Waste Reduction in a Manufacturing Environment. *American Journal of Industrial Engineering*, Vol. 1, No. 2 page 28-35.
- Meriastuti Ginting, I. M. (2012). Usulan Peningkatan Performa Mesin K413 Berdasarkan Analisis Nilai Overall Equipment Effectiveness pada Divisi Knitting di PT Mulia Knitting factory. *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Kristen Krida Wacana*, Vol. 01 No.04, hal 369-381.
- Purwono Hendro, D. T. (2016). Pengujian dan perhitungan performa mesin komatsu SA 12 V 140-1 Setelah Proses Manufacturing. *Sintek Jurnal Mesin Teknologi*, 6-11.
- Ummatin Kuntum, S. P. (2015). Pemodelan Pengelolaan Sampah Kota Sebagai Bahan Energi Alternatif Di Kabupaten Gresik. *Seminar Nasional Terpadu Keilmuan Teknik Industri*, (pp. 65-74). Malang: Universitas Brawijaya dst.