
ANALISA TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE TERHADAP PRODUKTIVITAS KAPAL/ARMADA MENGUNAKAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS PADA PT. GLOBAL TRANS ENERGY INTERNATIONAL

Astrid Diandra Maulidina, Erry Rimawan, Muhammad Kholil¹

E-mail: m.kholil2009@gmail.com¹

Penulis

Muhammad Kholil adalah dosen sekaligus Ketua Program Studi S1 Teknik Industri Universitas Mercu Buana. Menamatkan pendidikan akhir Magister Teknik Industri di Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Surabaya.
Bidang Peminatan: Ekonomi Teknik, Perencanaan dan Pengendalian Produksi

Abstract

Industrial development in the coal mining sector is a government effort to increase the foreign exchange. By seeing the potential, the marine transportation service company for bulk cargo of coal, the company has a problem that is often happen in customer satisfaction, one of it is low efficiency and effectivity of the ship due to incompetence in the maintenance management of the ship appropriately. By calculating the productivity of the ship by using Overall Equipment Effectiveness (OEE) method is expected to improve the efficiency and effectiveness of the ship. The measurement is done by calculating the level of Availability Rate, Performance Rate, and Quality Yield. From the measurement, we can see Six Big Losses to facilitate in identifying the causes of the productivity which is below the standard ideal value. During January - December 2014 Overall Equipment Effectiveness values is ranged from 73.63% to 88.05% with an average value 80.58%. This proves that the ship operations throughout 2014 have not reached the ideal state yet. Seen from the value obtained is lower than the ideal standard is $\geq 85\%$. The cause of OEE low value is due to the effect of idling and minor stopagges amounted to 2.69% and 1.91% losses breakdown caused by Human, Methods, Engineering, and Environment factors.

Keywords

Efficiency, Effectivity, Productivity, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses.

1. PENDAHULUAN

Pembangunan industri pada sektor usaha bidang pertambangan batubara adalah suatu upaya pemerintah dalam meningkatkan devisa negara. Hal ini karena pemerintah melihat bahwa perkembangan produksi dan penjualan batubara selama 10 tahun terakhir ini masih cukup tinggi. Data yang ada menurut Ditjen Mineral dan Batubara bagian Kementerian Energi dan Sumber Daya

Mineral menunjukkan bahwa pada tahun 2004 sampai dengan tahun 2011 terjadi peningkatan produksi dan penjualan batubara yang sangat signifikan. Data pada tahun 2004 menyebutkan jumlah produksi batubara di Indonesia sebesar 113 Juta Ton/Tahun, dalam waktu 8 tahun terjadi peningkatan dua kali lebih besar yaitu sebesar 255 Juta Ton/Tahun pada tahun 2011. Namun pada tahun 2012 terjadi penurunan dikarenakan nilai mata uang asing (US Dollar) meningkat tajam, dan hal ini masih terus terjadi penurunan hingga tahun 2013 produksi batubara menjadi 178 Juta Ton/Tahun.

PT. Global Trans Energy International (GTEI) merupakan salah satu perusahaan di bawah naungan Baramulti Group Company yang bergerak di bidang industri pertambangan batubara. PT. GTEI bergerak dalam bidang jasa transportasi laut dalam mengangkut muatan-muatan curah hasil tambang. Dalam memberikan jasa transportasi laut kepada pihak pemakai atau konsumen, aktivitas yang dilakukan oleh PT. GTEI salah satunya adalah memberikan pelayanan terhadap kegiatan bongkar muat batubara untuk pengiriman barang menggunakan kapal/armada Tugboat (Kapal Tunda) dan Barge (Tongkang). Salah satu faktor penunjang keberhasilan suatu industri jasa ditentukan oleh kelancaran proses pelayanan operasional yang diberikan. Sehingga bila proses operasional kapal/armada dioptimalkan, maka akan menghasilkan pelayanan yang berkualitas, tepat waktu dalam pelaksanaan operasional dan biaya operasional yang murah. Proses tersebut tergantung dari kondisi sumber daya yang dimiliki seperti manusia dan kapal/armada sebagai sarana penunjang. Dimana kondisi yang dimaksud adalah kondisi siap pakai untuk menjalankan operasional, baik dalam ketelitian masing-masing departemen terkait dalam kesiapan kapal/armada. Kondisi siap pakai dari mesin dan peralatan kapal/armada, dapat dijaga dan ditingkatkan kemampuannya dengan menerapkan program perawatan yang terencana, teratur dan terkontrol. Untuk melengkapi pengkajian penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM), diperlukan sebuah perhitungan terhadap data-data yang akan dikaji. Perhitungan yang digunakan adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sehingga dapat diketahui berapa besar tingkat efisiensi produktivitas kapal/armada (*Availability, Performance, dan Quality Yield*) dalam perusahaan.

Identifikasi Masalah

TPM dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) berfungsi untuk melihat secara keseluruhan kondisi kapal/armada. Saat ini perusahaan sedang melakukan reduce untuk efisiensi. Namun sampai saat ini perusahaan belum mempertimbangkan dari segi waktu tunggu yang dihasilkan saat kapal/armada beroperasi. Maka dari itu penulis ingin menyampaikan melalui perhitungan OEE bahwa ada waktu tunggu yang bisa di reduce. Untuk meningkatkan efisiensi operasional kapal/armada.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, adapun rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Berapa nilai OEE kapal/armada pada tahun 2014?
2. Apa yang menjadi faktor penyebab terjadi nilai OEE kapal/armada masih dibawah standar nilai ideal dan bagaimana cara melakukan perbaikan-perbaikan dan improvement yang sesuai untuk meningkatkan nilai OEE kapal/armada?

Batasan Masalah

Adapun batasan masalah adalah sebagai berikut:

1. Tingkat produktivitas dan efisiensi Kapal/Armada diukur sesuai dengan

jumlah kapal/armada yang ada pada PT. Global Trans Energy International. Data yang diambil adalah data bulan Januari 2014 – Desember 2014

2. Penelitian menggunakan pendekatan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) sesuai dengan prinsip Total Produktive Maintenance (TPM) dan dilakukan analisa Six Big Losses.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai terbagi dalam tujuan umum dan tujuan khusus, berikut rinciannya:

1. Menghitung efisiensi dan efektivitas kapal/armada dengan penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).
2. Mengidentifikasi faktor penyebab terjadi produktivitas kapal/armada masih dibawah standar nilai ideal, dan merumuskan serta merekomendasikan perbaikan-perbaikan dan improvement yang sesuai untuk meningkatkan produktivitas kapal/armada.

Tinjauan Pustaka

Menurut Assauri (2008), pemeliharaan merupakan suatu fungsi dalam perusahaan manufaktur yang sama pentingnya dengan fungsi-fungsi lain seperti produksi. Kegiatan maintenance dititikberatkan pada pemeliharaan fasilitas serta peralatan yang dapat mendukung kelancaran proses produksi, terutama dengan menekan/mengurangi kemacetan-kemacetan menjadi sekecil mungkin bahkan tidak ada sama sekali. Dengan demikian, produk yang dihasilkan dapat diserahkan kepada pelanggan tepat pada waktunya.

Menurut Lindley R. Higgs & R. Keith Mobley, maintenance atau pemeliharaan adalah suatu kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang dengan tujuan agar peralatan selalu memiliki kondisi yang sama dengan keadaan awalnya. Maintenance juga dilakukan untuk menjaga peralatan tetap berada dalam kondisi yang dapat diterima oleh penggunaannya. (Maintenance Engineering Handbook, Sixth Edition McGraw-Hill, 2002).

Menurut Assauri (2008), berdasarkan sifatnya pemeliharaan dapat dibedakan menjadi:

1. Pemeliharaan Terencana (Planned Maintenance)

Dibawah ini yang termasuk dalam pemeliharaan terencana, diantaranya:

- a. *Preventive Maintenance*
- b. *Predictive Maintenance*,
- c. *Corrective Maintenance*

2. Pemeliharaan Tak Terencana (Unplanned Maintenance).

Dibawah ini yang termasuk dalam pemeliharaan tak terencana, diantaranya:

- a. Pemeliharaan Darurat (Emergency Maintenance)

Proses produksi tentunya mempunyai losses yang mempengaruhi keberhasilannya, losses tersebut oleh Nakajima di kelompokkan menjadi 6 besar yaitu:

1. *Breakdown Losses*
2. *Setup and Adjustment Losses*
3. *Minor stoppages Losses*
4. *Reduce Speed Losses*
5. *Startup Reject*
6. *Production Reject*

Dari six big losses di atas dapat dikelompokkan dalam tiga kategori besar yaitu:

1. Down Time Losses meliputi *Breakdown* dan *Setup & Adjustment*
2. Speed losses meliputi *Small Stop* dan *Reduce Speed*
3. Quality Losses meliputi *Startup* dan *Production Reject*.

Overall Equipment Efficiency (OEE) merupakan sebuah metode yang mampu mengevaluasi keadaan proses produksi sampai pada tingkat kualitas produk yang ada. Dengan menggunakan metode OEE, perusahaan dapat melakukan perbaikan pada bagian yang tidak sesuai karena metode ini dapat menghitung nilai *Availability*, *Performance*, dan *Quality Yield* yang merupakan faktor penting dari OEE sehingga dapat diketahui factor penyebab rendahnya nilai OEE. (Ismawati, 2007). Pada bagian yang mempunyai nilai *Availability*, *Performance*, dan *Quality Yield* yang rendah dari standar nilai dunia, maka perlu dilakukan perbaikan sesuai dengan penyebab rendahnya nilai tersebut.

Menurut Borris (2006), *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) menyatakan dimana suatu alat atau mesin dapat menghasilkan tingkat efisiensi penggunaannya yang dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu *Availability Rate* (Ketersediaan waktu), *Performance Rate* (Kecepatan), dan *Quality Yield* (Kualitas yang dihasilkan). Apabila dimasukkan kedalam perhitungan dihasilkan rumus sebagai berikut:

- a. Availability Rate/Ketersediaan

Adalah perbandingan antara waktu aktual operasi dengan waktu yang tersedia untuk operasi.

$$Availability = \frac{OperationTime}{LoadingTime} \times 100\%$$

- b. Performance Rate/Kinerja

Adalah perbandingan antara jumlah yang telah diproduksi dengan kapasitas produksi.

$$Performancerate = \frac{ProcessedAmount \times IdealCycleTime}{OperationTime} \times 100\%$$

- c. QualityYield/Kualitas

Adalah perbandingan jumlah yang telah diproduksi dikurangi jumlah produk defect dengan jumlah yang telah diproduksi.

$$RateofQuality = \frac{ProcessedAmount - DefectAmount}{ProcessedAmount} \times 100\%$$

Dalam perhitungan selanjutnya, untuk mengetahui nilai OEE dapat dengan mengalikan ketiga faktor tersebut

- d. Overall Equipment Effectiveness

Adalah perhitungan perkalian hasil dari Availability Rate, Performance Rate, dan Quality Yeild.

$$OEE = (Availability \times Performance \times QualityProduct) \times 100\%$$

Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus diatas, maka hasilnya dikategorikan ideal atau tidak berdasarkan standar penilaian yang ada pada Tabel berikut.

Tabel 1. Standar Nilai Ideal Overal Equipment Effectiveness (OEE)

Faktor OEE	Standar Nilai Ideal
<i>Availability</i> (Ketersediaan)	≥ 90%
<i>Performance</i> (Kinerja)	≥ 95%
<i>Quality Yield</i> (Kualitas)	≥ 99%
<i>Overall Equipment Effetiveness</i> (OEE)	≥ 85%

Sumber: Boris, 2006

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan cara atau prosedur yang berisi tahapan-tahapan yang jelas disusun secara sistematis dalam proses penelitian. Penjelasan mencakup cara pengumpulan data, alat yang digunakan dan cara analisa data. Setiap tahap menentukan untuk tahapan selanjutnya, sehingga diperlukan ketelitian dalam melalui setiap tahapan tersebut. Dalam penelitian ini menggunakan dua jenis metode penelitian, yaitu:

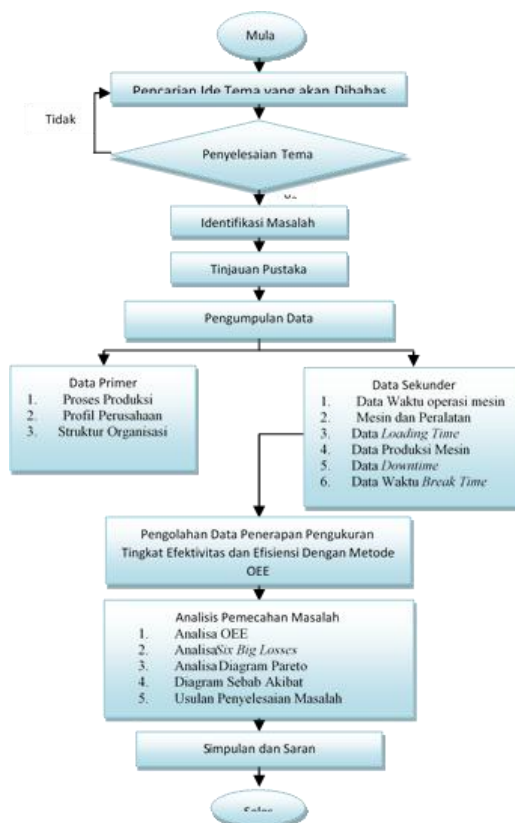
1. Studi Pustaka

Di mana semua bahan yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari hasil studi buku-buku, e-book, dan atau jurnal.

2. Studi Lapangan

Di mana data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang diambil langsung di lokasi penelitian.

Dalam melaksanakan penelitian diperlukan sebuah kerangka kerja. Kerangka kerja ini bertujuan untuk memudahkan penulis untuk fokus dalam pelaksanaan penelitian. Langkah-langkah yang akan digunakan untuk penelitian ini adalah seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Flow Chart Penelitian

3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Perhitungan *Availability Rate*

Availability adalah tingkat rasio operation time terhadap loading time. Untuk menghitung *availability* digunakan rumus sebagai berikut :

$$Availability = \frac{OperationTime}{LoadingTime} \times 100\%$$

Loading Time adalah waktu yang tersedia per hari atau per bulan di kurang dengan *downtime* kapal/armada. Perhitungan loading time ini dapat dituliskan dalam formula matematika sebagai berikut :

$$Loading Time = Total Availability Time - Planned Downtime$$

Operation Time adalah total waktu proses yang efektif. Dalam hal ini *operation time* adalah selisih dari *loading time* dengan *downtime*. Sedangkan *downtime* adalah total dari waktu *breakdown* dengan *Set Up*. Formula matematikanya adalah:

$$Operation Time = Loading Time - Downtime$$

$$Downtime = Breakdown + Set Up$$

Dengan rumus-rumus tersebut., maka nilai *Availability Rate* kapal/armada untuk data pada bulan Januari 2014 adalah sebagai berikut :

$$Loading Time = 7136 \text{ jam}$$

$$Downtime = 128 \text{ jam}$$

$$\text{Operation Time} = 7136 \text{ jam} - 128 \text{ jam} = 7008.00 \text{ jam}$$

$$\text{Availability} = \frac{7008.00 \text{ jam}}{7136.00 \text{ jam}} \times 100\% = 98.21\%$$

Dengan perhitungan yang sama untuk *Availability Rate* kapal/armada periode Januari – Desember 2014 hasil perhitungan dapat di lihat pada Tabel 2

Tabel 2. *Availability&Performance* Kapal/Armada Periode Januari – Desember 2014

PERIODE	LOADING TIME (JAM)	TOTAL DOWNTIME (JAM)	OPERATION TIME (JAM)	AVAILABILITY RATE (%)
JANUARI	7136	128	7008.00	98.21
FERBRUARI	7568	186	7382.00	97.54
MARET	5221	48	5172.60	99.08
APRIL	7232	134	7098.00	98.15
MEI	7216	38	7178.00	99.47
JUNI	7552	237	7315.00	96.86
JULI	7456	70	7386.00	99.06
AGUSTUS	7136	106	7030.00	98.51
SEPTEMBER	7600	115	7485.00	98.49
OKTOBER	7184	143	7041.00	98.01
NOVEMBER	7536	157	7379.00	97.92
DESEMBER	7584	319	7265.00	95.79
TOTAL	86421	1681	84740	98.09

PERIODE	TOTAL PRODUCT PROCESS (MT)	IDEAL CYCLE TIME (JAM/MT)	OPERATION TIME (JAM)	PERFORMANCE RATE (%)
JANUARI	293593	0.02	7008.00	84.46
FERBRUARI	277171	0.02	7382.00	75.69
MARET	228836	0.02	5172.60	89.19
APRIL	302751	0.02	7098.00	85.99
MEI	288971	0.02	7178.00	81.16
JUNI	304232	0.02	7315.00	83.85
JULI	291128	0.02	7386.00	79.46
AGUSTUS	273846	0.02	7030.00	78.53
SEPTEMBER	297123	0.02	7485.00	80.03
OKTOBER	294359	0.02	7041.00	84.28
NOVEMBER	294541	0.02	7379.00	80.47
DESEMBER	306925	0.02	7265.00	85.17
TOTAL	3453476	0.24	84739.6	82.36

Perhitungan Performance Rate

Performance rate adalah tingkat rasio kuantitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia untuk melakukan proses produksi (*operation time*). Untuk menghitung nilai *performance rate* digunakan rumusan sebagai berikut :

$$\text{Performancerate} = \frac{\text{ProcessedAmount} \times \text{IdealCycleTime}}{\text{OperationTime}} \times 100\%$$

Ideal Cycle Time adalah siklus waktu proses yang diharapkan dapat dicapai dalam keadaan optimal atau tidak menghadapi hambatan. Dengan rumus-rumus tersebut., maka nilai *Performance Rate* kapal/armada untuk data pada bulan Januari 2014 adalah sebagai berikut :

$$\text{Performancerate} = \frac{293593 \text{ MT} \times 0.02 \text{ jam/MT}}{7008.00 \text{ jam}} \times 100\% = 84.46\%$$

Dengan perhitungan yang sama untuk *Performance Rate* kapal/armada periode Januari – Desember 2014 hasil perhitungan dapat di lihat pada Tabel 2

Perhitungan *Rate of Quality Product*

Rate of Quality Product adalah tingkat rasio produk yang baik, sesuai dengan spesifikasi kualitas product yang telah ditentukan terhadap jumlah produk yang di proses. Dalam perhitungan rasio *rate of quality* ini, process amount adalah total *product processed*, sedangkan *defect amount* adalah total *broke* pada data berikut merupakan *total product loss*. Untuk menghitung nilai *performance rate* digunakan rumusan sebagai berikut :

$$\text{Rate of Quality} = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed Amount}} \times 100\%$$

Dengan rumus-rumus tersebut., maka nilai *Performance Rate* kapal/armada untuk data pada bulan Januari 2014 adalah sebagai berikut :

$$\text{Rate of Quality Product} = \frac{293593 \text{ MT} - 747 \text{ MT}}{293593 \text{ MT}} \times 100\% = 99.75\%$$

Dengan perhitungan yang sama untuk *Rate of Quality Product* kapal/armada periode Januari – Desember 2014 hasil perhitungan dapat di lihat pada Tabel 3

Tabel 3. *Quality Product* Kapal/Armada Periode Januari – Desember 2014

PERIODE	TOTAL PRODUCT PROCESS (MT)	TOTAL PRODUK LOSS (MT)	RATE OF QUALITY PRODUCT (%)
JANUARI	293593	747	99.75
FERBRUARI	277171	759	99.73
MARET	228836	811	99.65
APRIL	302751	703	99.77
MEI	288971	714	99.75
JUNI	304232	630	99.79
JULI	291128	724	99.75
AGUSTUS	273846	692	99.75
SEPTEMBER	297123	655	99.78
OKTOBER	294359	710	99.76
NOVEMBER	294541	659	99.78
DESEMBER	306925	817	99.73
TOTAL	3453476	8621	99.75

Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Setelah nilai *availability rate*, *performance rate*, dan *rate of quality product* pada kapal/armada diperoleh, maka dilakukan perhitungan nilai *overall equipment effectiveness (OEE)* untuk mengetahui besarnya efectivitas penggunaan kapal/armada pada PT. GTEI.

Perhitungan OEE adalah hasil perkalian dari nilai *availability rate*, *performance rate*, dan *rate of quality product* yang telah diperoleh. Untuk menghitung nilai *OEE* digunakan rumusan sebagai berikut:

$$OEE = (AvailabilityRate \times PerformanceRate \times RateofQualityProduct) \times 100\%$$

Dengan rumus-rumus tersebut, maka nilai *overall equipment effectiveness* kapal/armada untuk data pada bulan Januari 2014 adalah sebagai berikut:

$$OEE = (0.9821 \times 0.8446 \times 0.9975) \times 100\% = 82.73\%$$

Dengan perhitungan yang sama untuk *overall equipment effectiveness* kapal/armada periode Januari – Desember 2014 hasil perhitungan dapat di lihat pada Tabel 4

Tabel 4. Overall Equipment Effectiveness Kapal/Armada Periode Januari – Desember 2014

PERIODE	AVAILABILITY RATE	PERFORMANCE RATE	RATE OF QUALITY PRODUCT	OVERALL EQUIPMENT (%)
JANUARI	0.9821	0.8446	0.9975	82.73
FERBRUARI	0.9754	0.7569	0.9973	73.63
MARET	0.9908	0.8919	0.9965	88.05
APRIL	0.9815	0.8599	0.9977	84.2
MEI	0.9947	0.8116	0.9975	80.53
JUNI	0.9686	0.8385	0.9979	81.05
JULI	0.9906	0.7946	0.9975	78.52
AGUSTUS	0.9851	0.7853	0.9975	77.17
SEPTEMBER	0.9849	0.8003	0.9978	78.64
OKTOBER	0.9801	0.8428	0.9976	82.4
NOVEMBER	0.9792	0.8047	0.9978	78.62
DESEMBER	0.9579	0.8517	0.9973	81.37
AVERAGE	0.9809	0.8236	0.9975	80.58

Perhitungan OEE Six Big Losses

Dari perhitungan OEE untuk meningkatkan efektivitas, maka sebagai pendukung dilakukan perhitungan *Six Big Losses* untuk mempermudah menganalisa akar penyebab masalah yang paling dominan mengakibatkan efektivitas tidak optimal.

Equipment Failure (Breakdown)

Kegagalan kapal/armada dalam melakukan proses (*equipment failure*) atau kerusakan (*breakdown*) yang tiba-tiba dan tidak diharapkan terjadi adalah penyebab kerugian yang sangat terlihat jelas. Besarnya persentase efektivitas kapal/armada yang hilang akibat factor *breakdown loss* dapat dihitung dengan menggunakan rumusan sebagai berikut :

$$BreakdownLoss = \frac{TotalBreakdownTime}{LoadingTime} \times 100\%$$

Dengan rumus-rumus tersebut., maka nilai *Breakdown Loss* kapal/armada untuk data pada bulan Januari 2014 adalah sebagai berikut :

$$BraekdownLoss = \frac{128 \text{ jam}}{7136 \text{ jam}} \times 100\% = 1.79\%$$

Dengan perhitungan yang sama untuk *Breakdown Loss* kapal/armada periode Januari – Desember 2014 hasil perhitungan dapat di lihat pada Tabel 5

Tabel 5. Breakdown Loss and *Setup&Adjustment* Kapal/Armada Periode Januari – Desember 2014

PERIODE	TOTAL WAKTU KERUSAKAN/ BREAKDOWN	LOADING TIME	BREAKDOWN LOSSES
	(JAM)	(JAM)	(%)
JANUARI	128	7136	1.79
FERBRUARI	186	7568	2.46
MARET	48	5221	0.92
APRIL	134	7232	1.85
MEI	38	7216	0.53
JUNI	237	7552	3.14
JULI	70	7456	0.94
AGUSTUS	106	7136	1.49
SEPTEMBER	115	7600	1.51
OKTOBER	143	7184	1.99
NOVEMBER	157	7536	2.08
DESEMBER	319	7584	4.21

PERIODE	SET UP TIME	LOADING TIME	SET UP & ADJUSTMENT LOSSES
	(JAM)	(JAM)	(%)
JANUARI	0	7136	0.00
FERBRUARI	0	7568	0.00
MARET	0	5221	0.00
APRIL	0	7232	0.00
MEI	0	7216	0.00
JUNI	0	7552	0.00
JULI	0	7456	0.00
AGUSTUS	0	7136	0.00
SEPTEMBER	0	7600	0.00
OKTOBER	0	7184	0.00
NOVEMBER	0	7536	0.00
DESEMBER	0	7584	0.00

Setup and Adjustment Losses

Kerusakan pada mesin maupun pemeliharaan kapal/armada secara keseluruhan akan mengakibatkan kapal/armada tersebut harus dihentikan terlebih dahulu. Sebelum kapal/armada difungsikan kembali akan dilakukan peyesuaian terhadap fungsi mesin yang dinamakan dengan waktu *setup* dan *adjustment* mesin. Untuk mengetahui besarnya persentase *downtime loss* yang diakibatkan oleh waktu *setup and adjustment* tersebut digunakan rumus sebagai berikut :

$$Setup\&AdjustmentLoss = \frac{TotalSetup\&AdjustmentTime}{LoadingTime} \times 100\%$$

Dengan rumus-rumus tersebut, maka nilai *setup and adjustment* kapal/armada untuk data pada bulan Januari 2014 adalah sebagai berikut:

$$Setup\&Adjustment = \frac{0\ jam}{7136\ jam} \times 100\% = 0\%$$

Dengan perhitungan yang sama untuk *Setup and Adjustment* kapal/armada periode Januari – Desember 2014 hasil perhitungan dapat di lihat pada Tabel 5

Idling and Minor Stoppage

Idling and Minor Stoppage terjadi jika kapal/armada berhenti secara berulang-ulang. Untuk mengetahui besarnya persentase *Speed loss* yang diakibatkan oleh waktu *Idling and Minor Stoppage* tersebut digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Idling and Minor Stoppage} = \frac{\text{Nonproductive Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Dengan rumus-rumus tersebut, maka nilai *Idling and Minor Stoppage* kapal/armada untuk data pada bulan Januari 2014 adalah sebagai berikut :

$$\text{Idling and Minor Stoppage} = \frac{225.39 \text{ jam}}{7136 \text{ jam}} \times 100\% = 3.16\%$$

Dengan perhitungan yang sama untuk *Idling and Minor Stoppage* kapal/armada periode Januari – Desember 2014 hasil perhitungan dapat di lihat pada Tabel 6.

Tabel 6. *Idling and Minor Stoppage Loss and Reduced Speed* Kapal/Armada Periode Januari – Desember 2014

PERIODE	LOADING TIME (JAM)	NON PRODUCTIVE TIME (JAM)	IDLING & MINOR STOPPAGES (%)
JANUARI	7136	225.39	3.16
FERBRUARI	7568	155.86	2.06
MARET	5221	94.62	1.81
APRIL	7232	222.83	3.08
MEI	7216	168.77	2.34
JUNI	7552	166.39	2.20
JULI	7456	204.64	2.74
AGUSTUS	7136	223.44	3.13
SEPTEMBER	7600	253.53	3.34
OKTOBER	7184	156.3	2.18
NOVEMBER	7536	156.3	2.07
DESEMBER	7584	315.03	4.15

PERIODE	TOTAL PRODUCT PROCESS (MI)	ACTUAL PRODUCTION TIME (JAM)	IDEAL CYCLE TIME (JAM/MI)	IDEAL PRODUCTION TIME (JAM)	LOADING TIME (JAM)	REDUCED SPEED LOSS (%)
JANUARI	293593	8896.56	0.02	0.024305757	7136	0.42
FERBRUARI	277171	9308.16	0.02	0.027304444	7568	0.49
MARET	228836	8756.16	0.02	0.022813718	5221	0.79
APRIL	302751	9174.24	0.02	0.023887617	7232	0.42
MEI	288971	8756.64	0.02	0.024971364	7216	0.41
JUNI	304232	9219.12	0.02	0.024823161	7552	0.41
JULI	291128	8821.92	0.02	0.025610728	7456	0.40
AGUSTUS	273846	8298.24	0.02	0.026058442	7136	0.39
SEPTEMBER	297123	9003.6	0.02	0.025578632	7600	0.40
OKTOBER	294359	8919.84	0.02	0.024405573	7184	0.42
NOVEMBER	294541	8925.36	0.02	0.025585572	7536	0.40
DESEMBER	306925	9300.72	0.02	0.02470962	7584	0.41

Reduced Speed

Reduced Speed adalah selisih antara waktu kecepatan produksi actual dengan kecepatan produksi mesin yang ideal. Untuk mengetahui besarnya

persentase *Speed loss* yang diakibatkan oleh waktu *Reduced Speed* yang hilang, maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{ReducedSpeed} = \frac{\text{ActualProductiontime} - (\text{Idealcycletime} \times \text{TotalProductProcess})}{\text{LoadingTime}} \times 100\%$$

Dengan rumus-rumus tersebut., maka nilai *Reduced Speed* kapal/armada untuk data pada bulan Januari 2014 adalah sebagai berikut :

$$\text{ReducedSpeed} = \frac{8896,56 \text{ jam} - (0.02 \frac{\text{jam}}{\text{MT}} \times 293593 \text{ MT})}{7136 \text{ jam}} \times 100\% = 0.42\%$$

Dengan perhitungan yang sama untuk *Reduced Speed* kapal/armada periode Januari – Desember 2014 hasil perhitungan dapat di lihat pada Tabel 6

Rework Loss

Rework Loss adalah selisih antara waktu kecepatan produksi actual dengan kecepatan produksi mesin yang ideal. Untuk mengetahui besarnya persentase *Defect loss* yang diakibatkan oleh waktu *Rework Loss* yang hilang, maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{ReworkLoss} = \frac{\text{Idealcycletime} \times \text{Rework}}{\text{LoadingTime}} \times 100\%$$

Dengan rumus-rumus tersebut, maka nilai *Rework Loss* kapal/armada untuk data pada bulan Januari 2014 adalah sebagai berikut:

$$\text{ReworkLoss} = \frac{0.02 \text{ jam/MT} \times 0.00 \text{ jam}}{7136 \text{ jam}} \times 100\% = 0\%$$

Dengan perhitungan yang sama untuk *Rework Loss* kapal/armada periode Januari – Desember 2014 hasil perhitungan dapat di lihat pada Tabel 7

Tabel 7. *Rework Loss and Yeild/Scrap Loss* Kapal/Armada Periode Januari – Desember 2014

PERIODE	LOADING TIME (JAM)	IDEAL CYCLE TIME (JAM/MT)	REWORK (MI)	REWORK TIME (JAM)	REWORKLOSS (%)
JANUARI	7136	0.02	0.00	0.00	0.00
FEBRUARI	7568	0.02	0.00	0.00	0.00
MARET	5221	0.02	0.00	0.00	0.00
APRIL	7232	0.02	0.00	0.00	0.00
MEI	7216	0.02	0.00	0.00	0.00
JUNI	7552	0.02	0.00	0.00	0.00
JULI	7456	0.02	0.00	0.00	0.00
AGUSTUS	7136	0.02	0.00	0.00	0.00
SEPTEMBER	7600	0.02	0.00	0.00	0.00
OKTOBER	7184	0.02	0.00	0.00	0.00
NOVEMBER	7536	0.02	0.00	0.00	0.00
DESEMBER	7584	0.02	0.00	0.00	0.00

PERIODE	LOADING TIME (JAM)	IDEAL CYCLE TIME (JAM/MT)	YIELD / SCRAP (MT)	YIELD / SCRAP TIME (JAM)	YIELD / SCRAP LOSS (%)
JANUARI	7136	0.02	0.00	0.00	0.00
FERBRUARI	7568	0.02	0.00	0.00	0.00
MARET	5221	0.02	0.00	0.00	0.00
APRIL	7232	0.02	0.00	0.00	0.00
MEI	7216	0.02	0.00	0.00	0.00
JUNI	7552	0.02	0.00	0.00	0.00
JULI	7456	0.02	0.00	0.00	0.00
AGUSTUS	7136	0.02	0.00	0.00	0.00
SEPTEMBER	7600	0.02	0.00	0.00	0.00
OKTOBER	7184	0.02	0.00	0.00	0.00
NOVEMBER	7536	0.02	0.00	0.00	0.00
DESEMBER	7584	0.02	0.00	0.00	0.00

Yeild/Scrap Loss

Yeild/Scrap Loss adalah kerugian yang timbul selama proses operational belum tercapai keadaan yang stabil. Untuk mengetahui besarnya persentase *Defect loss* yang diakibatkan oleh waktu *Yeild/Scrap Loss* yang hilang, maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$Yeild/ScrapLoss = \frac{Idealcycletime \times Yeild/Scrap}{LoadingTime} \times 100\%$$

Dengan rumus-rumus tersebut., maka nilai *Yeild/Scrap Loss* kapal/armada untuk data pada bulan Januari 2014 adalah sebagai berikut :

$$Yeild/ScrapLoss = \frac{0.02 \text{ jam/MT} \times 0.00 \text{ jam}}{7136 \text{ jam}} \times 100\% = 0\%$$

Dengan perhitungan yang sama untuk *Yeild/Scrap Loss* kapal/armada periode Januari – Desember 2014 hasil perhitungan dapat di lihat pada Tabel 7.

4. ANALISA HASIL

Analisa Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Analisa Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* dilakukan untuk melihat tingkat efektivitas penggunaan kapal/armada selama periode Januari – Desember 2014. Pengukuran *Overall Equipment Effectiveness* ini merupakan kombinasi dari factor waktu, kualitas pengoperasian kapal/armada dan kecepatan proses operational kapal/armada.

Selama periode Januari – Desember 2014 nilai OEE yang diperoleh kapal/armada yang dioperasikan PT. GTEI adalah:

1. Selama Periode Januari – Desember 2014 diperoleh nilai *Availability Rate* berkisar antara 95.75% hingga 99.47% dengan nilai rata-rata adalah 98.09%. Hal ini membuktikan bahwa kapal/armada telah dioperasikan dengan optimal. Terlihat dari nilai yang diperoleh lebih tinggi dari standar ideal yaitu $\geq 90\%$.
2. Selama Periode Januari – Desember 2014 diperoleh nilai *Performance Rate* berkisar antara 75.69% hingga 89.19% dengan nilai rata-rata adalah 82.36%. Hal ini

- membuktikan bahwa kapal/armada masih jauh dari keadaan ideal. Terlihat dari nilai yang diperoleh lebih rendah dari standar ideal yaitu $\geq 95\%$.
3. Selama Periode Januari – Desember 2014 diperoleh nilai *Rate of Quality Product* berkisar antara 99.65% hingga 99.79% dengan nilai rata-rata adalah 99.75%. Hal ini membuktikan bahwa kapal/armada telah dioperasikan dengan optimal. Terlihat dari nilai yang diperoleh lebih rendah dari standar ideal yaitu $\geq 99\%$.
 4. Selama Periode Januari – Desember 2014 diperoleh nilai *Overall Equipment Effectiveness* berkisar antara 73.63% hingga 88.05% dengan nilai rata-rata adalah 80.58%. Hal ini membuktikan bahwa kapal/armada sepanjang tahun 2014 beroperasi masih belum mencapai keadaan ideal. Terlihat dari nilai yang diperoleh lebih rendah dari standar ideal yaitu $\geq 85\%$.

Analisa Perhitungan OEE Six Big Losses

Analisa OEE *six big losses* agar perusahaan mengetahui factor apa saja dari keenam factor *six big losses* yang memberikan kontribusi terbesar yang mengakibatkan rendahnya efektifitas penggunaan kapal/armada yang akan menjadi prioritas utama untuk diperbaiki. Dilihat dari perhitungan OEE bahwa *Performance Rate* yang rendah menyebabkan pengaruh yang signifikan dalam hasil perhitungan OEE hingga tidak tercapai optimal. Dari *six big losses* dapat dilihat bahwa *idling & minor stoppage* memiliki pengaruh sebesar 2.69% dan *Reduce Speed Losses* sebesar 0.45%. Selain itu hal yang dapat dioptimalkan dari perhitungan *availability rate* adalah *breakdown losses*, yaitu sebesar 1,91%. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Persentase Faktor Six Big Losses Kapal/Armada Periode Januari-Desember 2014

PERIODE	AVAILABILITY RATE		PERFORMANCE RATE		RATE OF QUALITY	
	BREAKDOWN LOSSES (%)	SETUP & ADJUSTMENT LOSSES (%)	IDLING & MINOR STOPPAGE (%)	REDUCE SPEED LOSSES (%)	REWORK LOSSES (%)	YIELD LOSSES (%)
JANUARI	1.79	0.00	3.16	0.42	0.00	0.00
FEBRUARI	2.46	0.00	2.06	0.49	0.00	0.00
MARET	0.92	0.00	1.81	0.79	0.00	0.00
APRIL	1.85	0.00	3.08	0.42	0.00	0.00
MEI	0.53	0.00	2.34	0.41	0.00	0.00
JUNI	3.14	0.00	2.20	0.41	0.00	0.00
JULI	0.94	0.00	2.74	0.40	0.00	0.00
AGUSTUS	1.49	0.00	3.13	0.39	0.00	0.00
SEPTEMBER	1.51	0.00	3.34	0.40	0.00	0.00
OKTOBER	1.99	0.00	2.18	0.42	0.00	0.00
NOVEMBER	2.08	0.00	2.07	0.40	0.00	0.00
DESEMBER	4.21	0.00	4.15	0.41	0.00	0.00
AVERAGE	1.91	0.00	2.69	0.45	0.00	0.00

Analisis Diagram Sebab-Akibat

Agar perbaikan dapat segera dilakukan, maka analisa terhadap faktor-faktor *six big losses* yang mengakibatkan rendahnya efektifitas mesin dalam perhitungan OEE dilakukan dengan menggunakan diagram sebab akibat. Analisa dilakukan akan lebih efisien jika hanya diterapkan pada faktor-faktor yang dominan. Dari Tabel 8 dapat dilihat bahwa yang dominan adalah *idling and minor stoppage* dengan rata-rata mempengaruhi nilai sebesar 2.69% dan *breakdown losses* dengan rata-rata mempengaruhi nilai sebesar 1.91%.

Analisa *Idling and Minor Stoppages Losses*

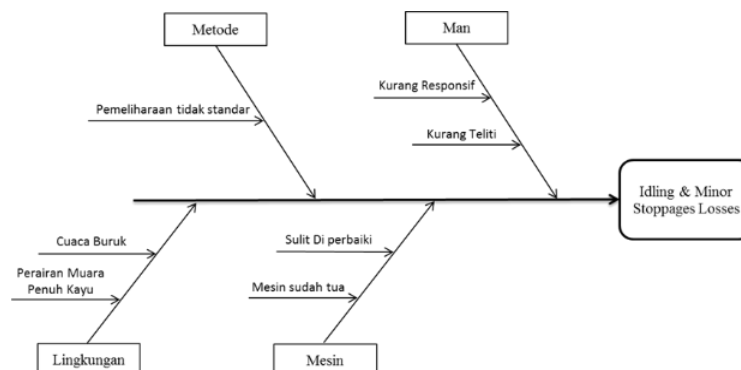
Rendahnya produktivitas kapal/armada karena *idling and minor stoppages losses* diakibatkan berhentinya secara berulang-ulang atau kapal/armada beroperasi tanpa menghasilkan produk. Diagram sebab akibat dapat di lihat pada Gambar 2. Untuk rincian pengaruh rendahnya produktivitas kapal/armada antara lain disebabkan oleh:

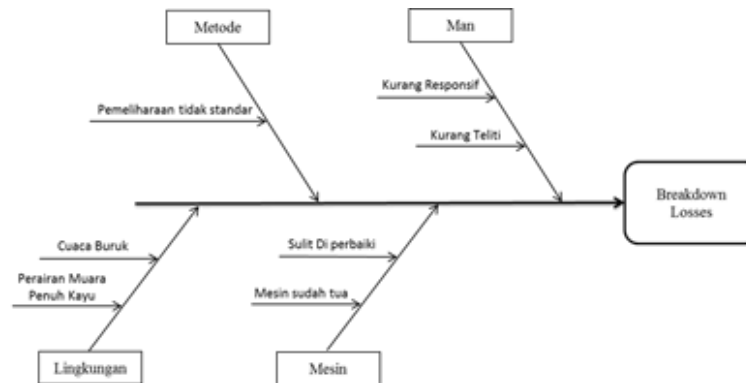
1. Manusia / Crew Kapal
 - a. Kurang responsive crew kapal dalam megawasi mesin kapal saat kapal beroperasi.
 - b. Kurang teliti dalam merawat dan membersihkan mesin kapal yang dapat mengakibatkan mesin berhenti secara tiba-tiba.
2. Mesin
 - a. Sering terjadi gangguan tiba-tiba, karena suhu yang tidak stabil.
 - b. Umur mesin kapal yang sudah tua
3. Metode
 - a. Proses Pemeliharaan tidak standar, dalam perawatan mesin kapal, crew kapal hanya melakukan perawatan bila sudah muncul kerusakan. Untuk Petunjuk Pemeliharaan Kapal ada pada Lampiran 1.
4. Lingkungan
 - a. Pengaruh cuaca perairan yang fluktuatif, berbahaya saat cuaca buruk.
 - b. Pada perairan muara kayu-kayu besar sering menghambat perjalanan dan kadang sampai masuk kedalam mesin kapal.

Analisa *Breakdown Losses*

Rendahnya produktivitas kapal/armada karena *breakdown losses* diakibatkan kerusakan yang tiba-tiba dan tidak diharapkan terjadi sehingga kapal/armada tidak dapat beroperasi. Diagram sebab akibat *breakdown losses* dapat di lihat pada Gambar 2. Untuk rincian pengaruh rendahnya produktivitas kapal/armada antara lain disebabkan oleh:

1. Manusia / Crew Kapal
 - a. Kurang responsive crew kapal dalam megawasi mesin kapal saat kapal beroperasi.
 - b. Kurang teliti dalam merawat dan membersihkan mesin kapal yang dapat mengakibatkan mesin berhenti secara tiba-tiba.
2. Mesin
 - a. Mesin sulit diperbaiki karena suku cadang yang langka.
 - b. Umur mesin kapal yang sudah tua
3. Metode
 - a. Proses Pemeliharaan tidak standar, dalam perawatan mesin kapal, crew kapal hanya melakukan perawatan bila sudah muncul kerusakan. Untuk Petunjuk Pemeliharaan Kapal ada pada Lampiran 1.
4. Lingkungan
 - a. Pengaruh cuaca perairan yang fluktuatif, berbahaya saat cuaca buruk.
 - b. Pada perairan muara kayu-kayu besar sering menghambat perjalanan dan kadang sampai masuk kedalam mesin kapal.





Gambar 2. Diagram Sebab Akibat *Idling & Minor Stoppage Losses and Breakdown Losses*

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dengan penerapan Total Productive Maintenance menggunakan metode OEE dalam usaha peningkatan efisiensi operasional kapal/armada pada PT. GTEI dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Selama Periode Januari – Desember 2014 diperoleh nilai Overall Equipment Effectiveness berkisar antara 73,63% hingga 88,05% dengan nilai rata-rata adalah 80,58%. Hal ini membuktikan bahwa kapal/armada sepanjang tahun 2014 beroperasi masih belum mencapai keadaan ideal. Terlihat dari nilai yang diperoleh lebih rendah dari standar ideal yaitu $\geq 85\%$.

Penyebab rendahnya nilai OEE karena pengaruh idling and minor stoppages sebesar 2.69% dan breakdown losses sebesar 1,91% yang disebabkan oleh faktor Manusia, Metode, Mesin, dan Lingkungan.

Prinsip TPM yang digunakan dalam usaha peningkatan produktivitas dan efisiensi pada kapal/armada di perusahaan adalah dengan melakukan perhitungan OEE untuk mengetahui faktor-faktor dalam six big losses yang akan mejadi acuan sebagai prioritas utama untuk dilakukan perbaikan. Adapun usaha penyelesaian masalah yang perlu dilakukan dapat di lihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Usulan Penyelesaian Masalah Idling & Minor Stoppages dan Breakdown Losses

No.	Faktor-faktor	Penyelesaian Masalah
1	Manusia	
	-Kurang Responsif	a. Pelatihan crew kapal secara berkala
	-Kurang Teliti	b. Pengawasan terhadap crew kapal perlu ditingkatkan
2	Mesin	
	-Sulit diperbaiki	a. Menyediakan sparepart dan menjalin hubungan baik dengan supplier sparpert yang sulit ditemukan
	-Umur mesin sudah tua	b. Penggantian Mesin atau Kapal
3	Metode	
	-Pemeliharaan tidak standar	a. Membuat standar pelaksanaan pemeliharaan yang mana jika tidak dilakukan crew kapal akan diberikan sanksi
4	Lingkungan	
	-Cuaca	a. Bekerjasama dengan pihak BMKG agar dapat report cuaca perairan Indonesia secara rutin. Untuk menghindari peroperasian dicuaca buruk
	-Perairan Muara penuh kayu	b. Pemasangan penyarigan agar kayu tidak sampai masuk ke mesin kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- Almeanazel, Osama Taisir R. 2010. *Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement*. Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering, Volume 4, Number 4, September 2010, Pages 517 – 522, ISSN 1995-6665
- Assauri, S. 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Betrianis et al. 2005. *Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness Sebagai Dasar Usaha Perbaikan Proses Manufaktur Pada Lini Produksi*. Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra, <http://puslit.petra.ac.id/journals/industrial>. Vol. 7 No. 2.
- Borris, S. 2006. *Total Productive Maintenance*. Mc Graw-Hill Companies. USA
- Gupta, Amit Kumar and Dr. R. K. Garg. 2012. *OEE Improvement by TPM Implementation: A Case Study*. International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research (IJIEASR) ISSN: 2319-4413 Volume 1, No. 1.
- Lidley R.Higgins and R.Keith Mobley. 2002. *Maintenance Engineering Handbook, 6th edition*. McGrawHill Com. New York.
- Rahmad et al. 2012. *Penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Implementasi Total Productive Maintenance (TPM) (Studi Kasus di Pabrik Gula PT. "Y")*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol.3, No.3 Tahun 2012 : 431-437. ISSN 0216-468X
- Subiyono. 2000. *Manajemen Perawatan. Bab 1 hlm. 2*. Bandung: Politeknik The Japan Insitute of Plant Maintenance (terjemahan Fatchurozak Autonomous Maintenance for operation)
- Wahjudi, Didik, Soejono Tjitro, dan Rhismawati Soeyono. 2009. *Studi Kasus Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Melalui Implementasi Total Productive Maintenance (TPM)*. Seminar Nasional Teknik Mesin IV.

Wakjira, Melesse Workneh and Ajit Pal Singh. 2012. *Total Productive Maintenance: A Case Study in Manufacturing Industry*. Global Journal of researches in engineering Industrial Engineering, Volume 12 Issue 1 Version 1.0 February 2012, Online ISSN: 2249-4596, Print ISSN:0975-5861.

www.baramultigroup.co.id

www.esdm.go.id

www.globaltransenergy.com