

Analisis Indeks Keandalan EAF dan EFOR Pada Pembangkit PT. Cahaya Fajar Kaltim

Akhmad Adnan*, Rizky Nurkholas Yuke Syahputra, Aprilian Sasi Kirana Purwa Saputra, Heri Irawan, Nur Rani Alham, Muslimin

Teknik Elektro, Universitas Mulawarman, Samarinda

*hafidzakhmad246@gmail.com

Abstrak—Listrik telah menjadi salah satu kebutuhan pokok dalam menjadi sumber energi primer dalam kehidupan sehari-hari. Hampir semua aspek kehidupan manusia memerlukan energi listrik, di perkantoran, rumah tangga, dan perindustrian. Dalam memenuhi kebutuhan akan energi listrik didirikan pembangkit-pembangkit yang baru. Terdapat beberapa faktor yang berhubungan dengan keandalan energi listrik. Faktor tersebut meliputi probabilitas, bekerja sesuai dengan fungsinya, periode waktu, dan kondisi operasi. Dalam menjamin dan memenuhi kebutuhan akan energi listrik konsumen, maka keandalan dari sebuah sistem pembangkit sangatlah penting. Tingkat keandalan yang tinggi akan menentukan kontinuitas serta keandalan dari sebuah sistem pembangkitan energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis indeks keandalan unit pembangkit berdasarkan nilai EAF (*Equivalent Availability Faktor*) dan EFOR (*Equivalent Forced Outage Rate*) pada PT. Cahaya Fajar Kaltim. Pada generator pertama EAF terendah terjadi yaitu pada bulan september dan bulan oktober sebesar 68,31% dan 60,78% serta nilai EFOR sebesar 0%. Pada generator kedua EAF terendah terjadi yaitu pada bulan agustus dan di bulan september sebesar 60% dan 76,50% serta nilai EFOR sebesar 0,34% dan 0%. Sedangkan, pada generator ketiga EAF terendah terjadi bulan april yaitu sebesar 42,13% dengan nilai EFOR sebesar 0,37%. Faktor yang dapat mempengaruhi nilai dari EAF yaitu *plant hour*, *derating*, dan *outage*. Sedangkan, faktor yang dapat mempengaruhi nilai dari EFOR yaitu jam operasi atau (*service hour*), dan jam keluar paksa (*force outage hour*).

Kata Kunci—*Derating*, EAF, EFOR, FOH, Keandalan (*Reability*)

DOI: 10.22441/jte.2023.v14i1.007

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, maka kecenderungan penggunaan sumber energi juga terus meningkat. Salah satu energi yang paling banyak digunakan adalah energi listrik. Listrik telah menjadi salah satu kebutuhan pokok dalam menjadi sumber energi primer dalam

kehidupan sehari-hari. Hampir semua aspek kehidupan manusia memerlukan energi listrik, di perkantoran, rumah tangga, dan perindustrian. Dalam memenuhi kebutuhan akan energi listrik didirikan pembangkit-pembangkit yang baru.

Terdapat beberapa faktor yang berhubungan dengan keandalan energi listrik. Faktor tersebut meliputi probabilitas, bekerja sesuai dengan fungsinya, periode waktu, dan kondisi operasi. Dalam menjamin dan memenuhi kebutuhan akan energi listrik konsumen, maka keandalan dari sebuah sistem pembangkit sangatlah penting. Tingkat keandalan yang tinggi akan menentukan kontinuitas serta keandalan dari sebuah sistem pembangkitan energi listrik.[1]

Equivalent Availability Faktor (EAF) adalah sebuah metode analisis yang melakukan perbandingan pada sebuah nilai yang didapat dari kesiapan unit pembangkit untuk beroperasi dibagi dengan waktu dalam satu periode dikali seratus persen. Indikator keberhasilannya dari penggunaan metode ini adalah dengan melihat nilai EAF yang dicapai apakah telah menunjukkan hasil yang lebih besar dari target atau belum.

Equivalent Forced Outage Rate yang disingkat EFOR merupakan Tingkat Pemadaman Paksa atau *Forced Outage Rate* yang telah memperhitungkan dampak *derating* pada pembangkit. Dengan kata lain EFOR merupakan faktor gangguann (*forced outage rate*) yang terpantau atau tercatat dengan memperhatikan pada lama (jam) gangguan (*derating*). Indikator keberhasilan dari penggunaan metode ini adalah dengan memperhatikan nilai EFOR, apabila pencapaian nilainya lebih kecil dari target yang ditentukan, maka nilai EFOR dapat dikatakan telah berhasil.[2-3]

Pada penelitian kali ini, penulis bertujuan untuk mengetahui indeks keandalan unit pembangkit berdasarkan nilai EAF (*Equivalent Availability Faktor*) dan EFOR (*Equivalent Forced Outage Rate*) pada PT. Cahaya Fajar Kaltim pada tahun 2019.

II. PENELITIAN TERKAIT

Pada Bab ini merupakan pembahasan mengenai penelitian sebelumnya serta tinjauan pustaka dan penjelasan dari persamaan yang digunakan untuk mengetahui hasil dari data pembangkit, sehingga data tersebut bisa diketahui hasil perhitungan nilai EAF dan EFOR pada data pembangkit tersebut.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi nilai dari EAF diantaranya adalah *Plant Hour*, *Outage*, *Derating*, *Outside Management Control Outages*. Faktor tersebut haruslah diperhatikan dengan seksama hal tersebut bertujuan untuk meningkatkan taraf slang kepercayaan dari indeks mutu hasil perhitungan EAF[4].

Pada faktor EAF terdapat poin penting yang harus di perhatikan. Hal tersebut adalah pada poin gangguan yang menjadi poin paling penting hal tersebut dikarenakan pada poin ganmguan terdapat faktor-faktor yang memiliki pengaruh paling besar dalam pengolahan data. Faktor-faktor tersebut adalah MVAR, naiknya arus generator dan nilai cos Q pada area pembangkitan tenaga listrik[2].

Pada perhitungan nilai EFOR terdapat poin penting yang sangat mempengaruhi nilai atau data hasil keakuratan EFOR. Poin penting tersebut adalah jam operasi atau pelayanan dan *Forced Outage Hours* (FH). Pada EFOR bagian paling berpengaruh adalah *Forced Outage Hours* (FH), hal tersebut disebabkan oleh peranan dari FH sendiri yang merupakan penentu tingkatan indikasi kehandalan pada sebuah pembangkit[2].

FH merupakan indikator yang menjelaskan mengenai jam Unit Pembangkit keluar dari sistem akibat kerusakan amupun faktor lain yang menjadi penyebab utama pembangkit tidak beroperasi dan tidak terprediksi sebelumnya. Periode Force Outage terjadi pada saat sebuah unit pembangkit keluar dari jaringan interkoneksi sampai dengan sistem pembangkit siap operasi atau masuk dan masuk kembali pada sistem jaringan interkoneksi kembali[3].

Pada penelitian sebelumnya dilakukan dengan cara menganalisis data menggunakan program Microsoft Excel untuk mengetahui nilai pada *equivalent availability factor* (EAF) dan *NetCapacity Factor* (NCF) serta mengetahui kondisi PLTA Bakaru pada analisis yang dilakukan[3].

Keandalan merupakan suatu sistem yang berkaitan erat kondisi kesiapan kerja pada suatu alat dalam periode waktu tertentu dan dalam kondisi yang siap untuk digunakan atau dapat diandalkan dalam melakukan fungsinya. Keandalan sistem tenaga listrik dapat didefinisikan sebagai sebuah ukuran yang menyatakan tingkat kepercayaan dari pelayanan sistem terhadap pemenuhan dari suatu kebutuhan utama akan sumber daya energi listrik konsumen. Suatu unit pembangkit dapat keluar dari sistem interkoneksi jaringan listrik jika terdapat hal-hal yang mengganggu proses intekoneksinya, sehingga tidak dapat membangkitkan energi listrik untuk mensuplai daya listrik pada sebuah sistem yang terhubung dengan sistem interkoneksi. Dalam keadaan yang demikian, unit pembangkit mengalami sebuah keadaan yang dinamakan *outage*. *Outage* (pelepasan) merupakan sebuah keadaan yang menyebabkan suatu komponen pembangkit tenaga listrik tidak dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Hal tersebut memaksa sebuah pembangkit untuk harus melepaskan diri dari sistem interkoneksi jaringan tenaga listrik yang ada[2][5-10].

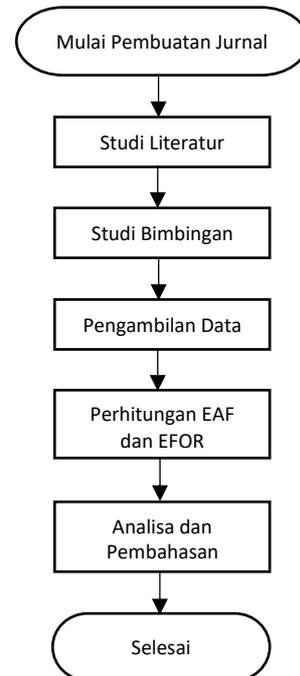
III. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode pengumpulan data,

perhitungan nilai EAF (*Equivalent Availability Factor*), perhitungan nilai EFOR (*Equivalent Force Outage Rate*), analisa dan pembahasan, serta kesimpulan. Data yang dikumpulkan berupa data kelistrikan yang memuat tentang informasi pembangkitan bulanan serta data beban puncak bulanan pada tahun 2019 di PT. Cahaya Fajar Kaltim.

1. Diagram Alir Penelitian

Gambar 1 menunjukkan flowchart metode penelitian yang dilakukan:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2. Menghitung EAF (*Equivalent Availability Faktor*)

$$EAF = \frac{AH - (EFDH + EMDH + EPDH)}{PH} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- AH = Available Hour
- PH = Period Hours
- EFDH = Equivalent Forced Derated Hours
- EMDH = Equivalent Maintenance Derated Hours
- EPDH = Equivalent Planned Derated Hours

3. Menghitung EFOR (*Equivalent Forced Outage Rate*)

$$EFOR = \frac{FOH + EFDH}{FOH + SH + ERSFDH} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

- SH = Service Hours
- FOH = Forced Outage Hours
- ERSFDH = Equivalent Reserve Shutdown Forced Derated Hours

IV. HASIL DAN ANALISA

Pada bagian ini akan membahas mengenai data-data dan perhitungan yang nantinya akan diolah dan dianalisa pada bagian selanjutnya.

A. Data Unit Pembangkit

Data Unit Pembangkit 1

Terdapat data keandalan, data ketersediaan, dan data produktifitas dari unit pembangkit listrik pada PT. Cahaya Fajar Kaltim selama satu tahun yaitu pada tabel 1.

Tabel 1. Data Pada Pembangkit CFK1

Bulan	AH	EFDH	EMDH	EPDH	PH	FOH	SH	ERSFDH
Januari	736.88	-	-	-	744	7.12	736.88	-
Februari	672	-	4.29	-	672	-	672	-
Maret	720.47	-	11.95	-	744	-	720.47	-
April	698.27	-	-	-	720	21.73	698.7	-
Mei	723.39	0.66	-	-	744	14.61	723.39	-
Juni	691.5	4.08	-	-	720	-	691.5	-
Juli	732.25	10.31	3.89	-	744	11.75	732.25	-
Agustus	726.05	16.27	-	-	744	-	726.05	-
September	491.87	-	-	-	720	-	491.87	-
Oktober	452.2	-	-	-	744	-	452.2	-
November	720	-	-	-	720	-	720	-
Desember	744	-	-	-	744	-	744	-

Data Unit Pembangkit 2

Pada pembangkit kedua didapatkan data keandalan, data ketersediaan, dan data produktifitas dari unit pembangkit listrik pada PT. Cahaya Fajar Kaltim selama satu tahun yaitu pada tabel 2.

Tabel 2. Data Pada Pembangkit CFK2

Bulan	AH	EFDH	EMDH	EPDH	PH	FOH	SH	ERSFDH
Januari	730.4	-	-	-	744	13.6	730.4	-
Februari	672	-	-	-	672	-	672	-
Maret	716.2	-	-	-	744	-	716.2	-
April	668.3	-	-	-	720	51.7	668.3	-
Mei	744	0.78	-	-	744	-	744	-
Juni	705.52	0.48	-	-	720	-	705.52	-
Juli	731.27	22.87	2.26	-	744	12.37	731.27	-
Agustus	450.15	16.27	2.19	-	744	-	450.15	-
September	550.77	-	-	-	720	-	550.77	-
Oktober	732.75	-	-	-	744	-	732.75	-
November	720	-	-	-	720	-	720	-
Desember	744	-	-	-	744	-	744	-

Data Unit Pembangkit 3

Pada pembangkit ketiga didapatkan data keandalan, data ketersediaan, dan data produktifitas dari unit pembangkit listrik pada PT. Cahaya Fajar Kaltim selama satu tahun yaitu pada tabel 3.

Tabel 3. Data Pada Pembangkit CFK3

Bulan	AH	EFDH	EMDH	EPDH	PH	FOH	SH	ERSFDH
Januari	744	-	-	-	744	-	744	-
Februari	672	-	-	-	672	-	672	-
Maret	625.8	-	-	-	744	-	625.8	-
April	303.35	-	-	-	720	1.13	303.35	-
Mei	744	0.74	-	-	744	-	744	-
Juni	720	-	-	-	720	-	720	-
Juli	744	-	-	-	744	-	744	-
Agustus	741.5	-	-	-	744	2.5	741.5	-
September	700.07	-	-	-	720	19.93	700.07	-
Oktober	744	-	-	-	744	-	744	-
November	720	-	-	-	720	-	720	-
Desember	673.8	-	-	-	744	-	673.8	-

B. Perhitungan EAF

Perhitungan EAF dan EFOR Pada Pembangkit CFK1

Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan data pada bulan januari sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

$$EAF = \frac{736.88 - (0 + 0 + 0)}{744} \times 100\% = 99.04\%$$

$$EFOR = \frac{7.12 + 0}{7.12 + 736.88 + 0} \times 100\% = 0.97\%$$

Tabel 4. Data Hasil Perhitungan EAF dan EFOR Pada CFK1

Bulan	CFK 1	
	EAF (%)	EFOR (%)
Januari	99,04	0,97
Febuari	99,36	0
Maret	95,23	0
April	96,98	3,11
Mei	97,95	2,09
Juni	95,47	0,59
Juli	96,41	3,01
Agustus	95,40	2,24
September	68,31	0
Oktober	60,78	0
November	100	0
Desember	100	0

Hasil perhitungan tabel 4 didapatkan dari perhitungan dengan menggunakan persamaan EAF dan EFOR dari bulan januari sampai dengan bulan desember pada generator atau pembangkit CFK1.

Perhitungan EAF dan EFOR Pada Pembangkit CFK2

Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan data pada bulan januari sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

$$EAF = \frac{730.4 - (0 + 0 + 0)}{744} \times 100\% = 98.17\%$$

$$EFOR = \frac{13.6 + 0}{13.6 + 730.4 + 0} \times 100\% = 1.86\%$$

Tabel 5. Data Hasil Perhitungan EAF dan EFOR Pada CFK2

Bulan	CFK 2	
	EAF (%)	EFOR (%)
Januari	98,17	1,86
Februari	100	0
Maret	96,26	0
April	92,82	7,74
Mei	99,9	0,10
Juni	97,92	0,07
Juli	94,91	4,87
Agustus	60	0,34
September	76,50	0
Oktober	98,49	0
November	100	0
Desember	100	0

Hasil perhitungan tabel 5 didapatkan dari perhitungan dengan menggunakan persamaan EAF dan EFOR dari bulan januari sampai dengan bulan desember pada generator pembangkit CFK2.

Perhitungan EAF dan EFOR Pada Pembangkit CFK3

Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan data pada bulan januari sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

$$EAF = \frac{744 - (0 + 0 + 0)}{744} \times 100\% = 100\%$$

$$EFOR = \frac{0 + 0}{0 + 744 + 0} \times 100\% = 0\%$$

Tabel 6. Data Hasil Perhitungan EAF dan EFOR Pada CFK3

Bulan	CFK 3	
	EAF (%)	EFOR (%)
Januari	100	0
Februari	100	0
Maret	84,11	0
April	42,13	0,37
Mei	99,9	0,10
Juni	100	0
Juli	100	0
Agustus	99,9	0,34
September	97,23	2,85
Oktober	100	0
November	100	0
Desember	90,56	0

Hasil perhitungan tabel 6 didapatkan dari perhitungan dengan menggunakan persamaan EAF dan EFOR dari bulan januari sampai dengan bulan desember pada generator atau pembangkit CFK3.

C. Analisa dan Pembahasan

Pada perhitungan EAF dan EFOR dari ke-tiga buah generator atau pembangkit tersebut didapatkan data hasil sebagai berikut :

Tabel 7. Data Hasil Perhitungan EAF dan EFOR

Bulan	CFK 1		CFK 2		CFK 3	
	EAF (%)	EFOR (%)	EAF (%)	EFOR (%)	EAF (%)	EFOR (%)
Januari	99,04	0,97	98,17	1,86	100	0
Februari	99,36	0	100	0	100	0
Maret	95,23	0	96,26	0	84,11	0
April	96,98	3,11	92,82	7,74	42,13	0,37
Mei	97,95	2,09	99,9	0,10	99,9	0,10
Juni	95,47	0,59	97,92	0,07	100	0
Juli	96,41	3,01	94,91	4,87	100	0s
Agustus	95,40	2,24	60	0,34	99,66	0,34
September	68,31	0	76,50	0	97,23	2,85
Oktober	60,78	0	98,49	0	100	0
November	100	0	100	0	100	0
Desember	100	0	100	0	90,56	0

Berdasarkan data tabel 7 dapat dilihat bahwa terdapat beberapa bulan yang mengalami derating atau penurunan kinerja pada unit generator. Pada generator pertama EAF terendah terjadi yaitu pada bulan september dan bulan oktober sebesar 68,31% dan 60,78% serta nilai EFOR sebesar 0%. Pada generator kedua EAF terendah terjadi yaitu pada bulan agustus dan di bulan september sebesar 60% dan 76,50% serta nilai EFOR sebesar 0,34% dan 0%. Sedangkan, pada generator ketiga EAF terendah terjadi bulan april yaitu sebesar 42,13% dengan nilai EFOR sebesar 0,37%. Pada generator pertama terjadi *derating* sebanyak 8 kali mulai dari bulan maret sampai dengan bulan oktober. Pada generator kedua terjadi sebanyak 6 kali *derating* pada bulan maret, april, juni, juli, agustus, dan september. Pada generator ketiga terjadi sebanyak 4 kali yaitu pada bulan maret, april, september dan desember. *Derating* dapat terjadi apabila unit tidak mampu mencapai 98% DMN (Daya Mampu Netto) dan lebih dari 30 menit. Faktor yang dapat mempengaruhi nilai dari EAF yaitu *plant hour*, *derating*, dan *outage*. Sedangkan, faktor yang dapat mempengaruhi nilai dari EFOR yaitu jam operasi atau (*service hour*), dan jam keluar paksa (*force outage hour*).

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pada perhitungan dan analisis data tersebut didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada generator pertama EAF terendah terjadi yaitu pada bulan september dan bulan oktober sebesar 68,31% dan 60,78% serta nilai EFOR sebesar 0%. Pada generator kedua EAF terendah terjadi yaitu pada bulan agustus dan di bulan september sebesar 60% dan 76,50% serta nilai EFOR sebesar 0,34% dan 0%. Sedangkan, pada generator ketiga EAF terendah terjadi bulan april yaitu sebesar 42,13% dengan nilai EFOR sebesar 0,37%.
2. Pada generator pertama terjadi *derating* sebanyak 8 kali mulai dari bulan maret sampai dengan bulan oktober. Pada generator kedua *derating* terjadi sebanyak 6 kali drating pada bulan maret, april, juni, juli, agustus, dan

september. Pada generator ketiga terjadi sebanyak 4 kali yaitu pada bulan maret, april, september dan desember.

3. Faktor yang dapat mempengaruhi nilai dari EAF yaitu *Plant Hour*, *derating*, dan *Outage*. Sedangkan, faktor yang dapat mempengaruhi nilai dari EFOR yaitu jam operasi atau (*service hour*), dan jam keluar paksa (*force outage hour*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu untuk menyelesaikan pembuatan penelitian Analisis Indeks Keandalan EAF dan EFOR Pada Pembangkit PT. Cahaya Fajar Kaltim, serta ucapan terima kasih kepada tim editorial Jurnal Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Firdaus, "OPHAR Pembangkit," Academia.edu, Jun. 20, 2019. https://www.academia.edu/39643143/OPHAR_Pembangkit.
- [2] Prasetyo, Gunawan Eko, S. Sulasno, and S. Handoko, "Studi Tentang Indeks Keandalan Pembangkit Tenaga Listrik Wilayah Jawa Tengah Dan Daerah Istimewa Yogyakarta - Diponegoro University / Institutional Repository (UNDIP-IR)," Undip.ac.id, Jan. 2011, doi: <http://eprints.undip.ac.id/25480/1/ML2F002580.pdf>.
- [3] T. A. M. Jaya and P. Sukusno, "Evaluasi Kajian Indeks Kinerja Pembangkit Unit 1 di PLTU Ombilin. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin*, No. 1, pp. 1314-1320, 2022.
- [4] T. Haposan, "Perbaikan Faktor Tingkat Kesiapan Pembangkit Pada PT. X. Dengan Metode Benchmarking = Improvement Equivalent Availability Factor Plant In PT. X. with Benchmarking Method," Universitas Indonesia Library, 2023.
- [5] B. Winantara and B. Husodo, "Evaluasi Tahanan Kontak Pemutus Tenaga Tegangan Tinggi Di Gardu Induk 150 KV Bandung Selatan Berdasarkan Failure Mode Effect Analysis (FMEA)," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 10, no. 2, p. 103, Dec. 2019, doi: <https://doi.org/10.22441/jte.v10i2.004>.
- [6] A. Ilintamon, Marthinus Pakiding, and H. Tumaliang, "Analisis Unjuk Kerja Sistem Produksi Listrik Pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Waena," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 8, no. 3, pp. 133–142, 2019, doi: <https://doi.org/10.35793/jtek.8.3.2019.26593>.
- [7] Nathaniel Lumalan Bijang, Yonatan Parassa, Yohanis Sampe Rompon, Toban Tiku Pairunan, L. J. Mappadang, and Arnold Robert Rondonuwu, "Analisa Indeks Keandalan Pembangkit Listrik Pulau Miangas," *Prosiding Seminar Nasional Produk Terapan Unggulan Vokasi*, vol. 1, no. 2, pp. 24–33, 2022.
- [8] S. Syahrial, K. Sawitri, and P. Gemahapsari, "Studi Keandalan Ketersediaan Daya Pembangkit Listrik pada Jaringan Daerah 'X,'" *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 5, no. 1, p. 93, Mar. 2018, doi: <https://doi.org/10.26760/elkomika.v5i1.93>.
- [9] N. Nurdiana, "Studi Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv Gardu Induk Talang Ratu Palembang," *Jurnal Ampere*, vol. 2, no. 1, Aug. 2017, doi: <https://doi.org/10.31851/ampere.v2i1.1208>.
- [10] E. Erhaneli, "Analisa Keandalan SUTT 150 kV Berdasarkan Indeks Keandalan Sistem Transmisi Pada PT. PLN (Persero) Tragi Payakumbuh," *Jurnal Teknik Elektro ITP*, vol. 8, no. 1, pp. 13–19, Jan. 2019, doi: <https://doi.org/10.21063/jte.2019.3133803>.