

Analisis faktor yang mempengaruhi efisiensi kerja pada produktivitas alat gali-muat overburden di PT Multi Tambangjaya Utama

Analysis of factors affecting work efficiency on overburden excavation equipment productivity at PT Multi Tambangjaya Utama

M. Rizali Rizki¹, Romla Noor Hakim², Karina Shella Putri^{3*}

¹⁻³Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

JL. A. Yani KM 35,5 Banjarbaru 70714. Telp 0812-5475-6338

e-mail: 1azaycbr777@gmail.com, 2romla@ulm.ac.id, *3karinashella@ulm.ac.id

ABSTRAK

Evaluasi produktivitas alat mekanis dalam penambangan menjadi penting karena kemampuan kerjanya menjadi pertimbangan dalam perencanaan dan pencapaian produksi. Komponen faktor yang mempengaruhi produktivitas spesifik pada alat gali muat antara lain *bucket fill factor* dan *swell factor* (faktor nilai tetap), serta *cycle time* dan efisiensi (faktor nilai berubah). Faktor mana yang paling berpengaruh dalam setiap evaluasi pencapaian target menjadi pertimbangan untuk penanganan kondisi yang sama. Metodologi penelitian terdiri dari pengumpulan data berdasarkan faktor pengaruh, perhitungan efisiensi dan produktivitas, kemudian membandingkannya dengan target, menganalisis faktor mana yang paling mempengaruhi produktivitas berdasarkan nilai korelasi (r), dan rekomendasi prioritas penanganan masalah berdasarkan diagram pareto. Data diambil untuk fleet PC1250 (No. Unit 5035) selama 16 hari. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh rata-rata produktivitas aktual sebesar 658,32 BCM/jam dengan target sebesar 670 BCM/jam, sehingga diperoleh ketercapaian sebesar 98,27%. Hasil korelasi antar variabel menunjukkan yang paling berpengaruh terhadap produktivitas adalah efisiensi ($r = 0,86$), dan yang paling mempengaruhi efisiensi adalah *delay time* ($r = -0,96$). Permasalahan efisiensi kerja yang diprioritaskan untuk ditanggulangi adalah alat gali muat dalam kondisi gantung menunggu alat angkut dan merapikan front (kumulatif frekuensi kejadian 100% dan kumulatif durasi 96%).

Kata-kata kunci: delay time, korelasi, pareto

ABSTRACT

Evaluating mining equipment is essential because it is considered in planning and achieving production. The excavator productivity factors include the bucket fill factor, swell factor (fixed value factors), and cycle time and efficiency (variable value factors). The factor most influential in each evaluation will be considered for handling the same conditions in the future. The research methodology consists of data collection, calculation of efficiency and productivity, comparison with the target, analysis of which factor most influences productivity based on the correlation value (r), and recommendations for priority handling problems based on the Pareto diagram. Data was taken for the PC1250 (Unit No. 5035) for 16 days. Based on the calculation results, the average actual productivity obtained was 658.32 BCM/hour with a target of 670 BCM/hour, so an achievement of 98.27% was obtained. The correlation results between variables show that the most influential factor on productivity is efficiency ($r = 0.86$), and the most influential factor on efficiency is delay time ($r = -0.96$). The efficiency work problems prioritized to be overcome are the loading and digging tools in the condition of hanging, waiting for transport equipment, and tidying up the front (cumulative frequency of occurrence 100% and cumulative duration 96%).

Keywords: correlation, delay time, pareto

PENDAHULUAN

[1] [2, 3] Tahap penambangan terdiri atas pembongkaran (*digging, breaking, losseling*), pemuatan (*loading*), pengangkutan (*hauling, transporting*) dan penimbunan (*dumping, filling*) pada material tanah, batuan dan bahan galian dengan menggunakan alat-alat mekanis atau yang sering disebut pemindahan tanah mekanis. [4] [5] [6] [7] [8] Peralatan mekanis pada operasi penambangan merupakan salah satu sarana produksi yang penting untuk pencapaian target produksi suatu perusahaan. Usaha pemecahan masalah ini dimaksudkan untuk meningkatkan produksi alat gali muat yang digunakan. Kemampuan produksi alat gali muat mekanis menjadi salah satu parameter yang berpengaruh terhadap hasil dari produksi perusahaan tersebut. Kinerja alat mekanis yang efisien dapat mengoptimalkan kemampuan produksi alat mekanis tersebut.

Penambangan bahan galian berharga didahului dengan proses pembongkaran dan pemindahan overburden.

[9] [10] Overburden bukan merupakan produk penambangan sehingga harus dibuang ke area timbunan (*disposal*). Walaupun tidak dikatakan sebagai produksi namun aktivitasnya selalu dikaji dan dievaluasi. [11] Hal ini berkaitan dengan perluasan area kerja penambangan serta yang paling penting adalah untuk mengekspos bahan galian yang dalam penelitian ini adalah batubara.

Faktor yang berpengaruh terhadap produktivitas alat gali muat berasal dari kondisi dalam fleet itu sendiri. Secara spesifik dapat dilihat dari persamaan produksi yang membentuknya. Faktor tersebut antara lain *cycle time*, efisiensi, kapasitas *bucket*, *bucket fill factor*, dan *swell factor*. Agar rekomendasi penanganan masalah dapat lebih fokus dan terarah sehingga penelitian ini akan menganalisis faktor mana yang berpengaruh kuat terhadap produktivitas. Faktor tersebutlah yang kemudian menjadi prioritas dalam mencari secara spesifik masalah beserta dengan solusi penanganannya.

METODOLOGI

Metodologi penelitian direncanakan terdiri dari beberapa tahapan. Peninjauan masalah dilakukan dengan metode pengamatan dilokasi penambangan serta wawancara terhadap pihak engineering dan operasional perusahaan. Studi literatur dilakukan untuk memperkuat teori dan mencari referensi terbaru terkait masalah yang diteliti antara lain tentang tahapan penambangan, pemilihan alat mekanis, produksi alat gali muat, metode korelasi dalam analisis statistik, serta pemanfaatan diagram pareto dalam menentukan prioritas masalah yang perlu diatasi. Data yang dikumpulkan terdiri dari total *cycle time* dan total *delay time* (perhitungan efisiensi); rata-rata *cycle time* kapasitas bucket, *bucket fill faktor*, *swell factor*, dan efisiensi (perhitungan produktivitas).

Analisis yang dilakukan adalah membandingkan produktivitas aktual terhadap target sehingga diperoleh tingkat pencapaiannya. Evaluasi dibutuhkan tidak hanya pada kondisi tidak tercapainya target produktivitas, namun juga saat target tercapai. Jika tidak tercapai maka dicaritahu penyebab agar pencapaian dapat diperbaiki. Jika target tercapai maka faktor penyebab dapat dijadikan pertimbangan untuk pembelajaran di masa depan. [12] [13] [14] [15] [16] Analisis untuk mencari faktor pengaruh produktivitas menggunakan pertimbangan nilai korelasi antara variabel bebas (faktor pengaruh) dan variabel terikat (produktivitas).

Tahapan akhir adalah mencari prioritas penanganan masalah menggunakan analisis pada diagram pareto [17] [18] [19] [20] [21]. Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan dua hal yaitu durasi dan frekuensi kejadian masalah. Batas kumulatif presentasi masalah adalah 80% diurutkan dari persentasi kejadian tertinggi. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar-1.

HASIL DAN DISKUSI

Hasil

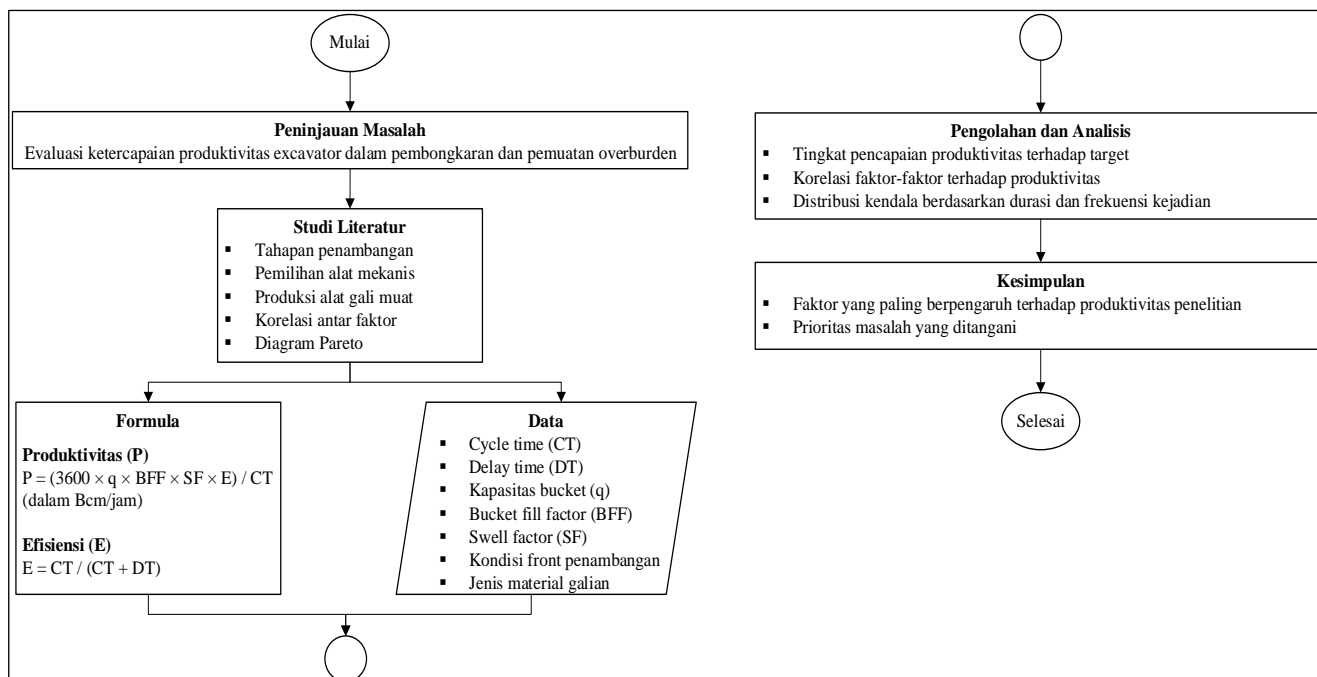
Alat mekanis yang diamati adalah excavator Komatsu PC 1250 PS dengan nomor unit 5035. Adapun jumlah dan jenis peralatan yang digunakan untuk kegiatan *overburden removal* di Pit Seruni dapat dilihat pada tabel-1.

Material overburden yang ada pada daerah penelitian adalah *claystone* yang mana bersifat tidak keras sehingga dapat dibongkar tanpa dilakukannya peledakan. Faktor pengisian mangkuk excavator (*bucket fill factor*) merupakan faktor yang menunjukkan besarnya kapasitas nyata dengan kapasitas baku isian *bucket excavator*. Berdasarkan hasil pengamatan, nilai rata-rata faktor pengisian bucket adalah 85%. Faktor pengembangan material merupakan faktor yang menunjukkan besarnya volume pengembangan suatu material setelah digali dari tempatnya. Berdasarkan data yang dapat diperoleh, *swell factor* material yang di amati memiliki nilai sebesar 0,85.

Efisiensi alat gali muat PC 1250 aktual pada saat pengambilan data berdasarkan dari rumus efisiensi kerja yaitu waktu kerja efektif / waktu kerja tersedia, yang mana *cycle time* sebagai waktu kerja efektif dan total *delay time* dan *cycle time* sebagai waktu kerja tersedia. Rata-rata *cycle time* dan *delay time*, serta hasil perhitungan efisiensi dapat dilihat dari Tabel-2.

Tabel-1. Ketersediaan Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Unit	Brand	Tipe	Jumlah (Unit)
Excavator OB	Komatsu	PC 1250 PS	2
Hauler OB	Caterpillar	HD CAT 777E	4
	Caterpillar	HD CAT 777D	2



Gambar-1. Diagram Alir Penelitian

Tabel-2. Cycle time, delay time, dan efisiensi

Hari ke-	Cycle time (detik)	Delay time (detik)	Efisiensi kerja (%)
1	20,04	6,43	75,70
2	19,98	6,68	74,94
3	20,01	6,47	75,58
4	20,02	6,45	75,62
5	19,95	6,52	75,36
7	19,95	6,53	75,35
8	19,98	6,49	75,48
9	20,02	6,44	75,65
10	19,97	6,49	75,46
11	20,03	6,41	75,75
12	19,98	6,50	75,46
14	20,02	6,41	75,75
15	20,02	6,45	75,64
16	20,02	6,45	75,63

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan rata-rata produktivitas aktual sebesar 658,32 BCM/jam dengan target produktivitas sebesar 670 BCM/jam, sehingga diperoleh tingkat ketercapaian terhadap target produktivitas sebesar 98,27%. Berdasarkan hasil ketercapaian produktivitas pada tabel-3 dapat dilihat bahwa selama 16 hari pengamatan seluruhnya tidak ada produktivitas yang tercapai. Evaluasi dibutuhkan untuk mencari tahu faktor mana yang paling besar berkontribusi terhadap ketidak tercapaian produktivitas tersebut. Kemudian mencari masalah mana dari faktor tersebut yang diprioritaskan untuk ditangani.

Diskusi

Berdasarkan data hasil pengamatan dan perhitungan pada Tabel-3 didapatkan hasil bahwa produktivitas aktual alat gali muat pada *Pit Seruni* bulan Oktober 2018 tidak mencapai target. Faktor yang dianalisis untuk mengevaluasi hal tersebut adalah cycle time dan efisiensi. Teknis analisis yang digunakan adalah nilai korelasi antara variabel bebas (cycle time dan efisiensi) dengan variabel terikat (produktivitas). Nilai korelasi dapat dilihat pada Tabel-4.

Tabel-4. Hasil Korelasi Antar Variabel

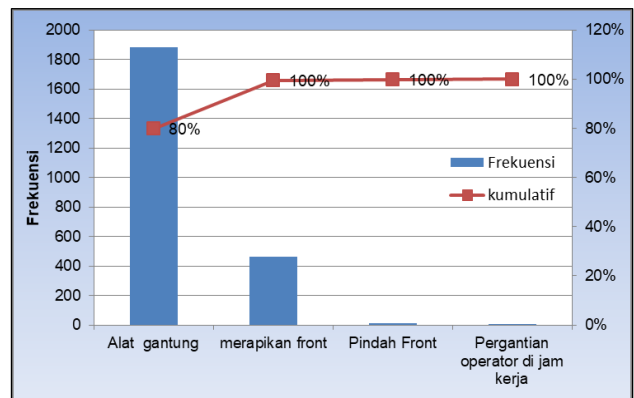
	cycle time	delay time	efisiensi	produktivitas
cycle time	1			
delay time	(0,54)	1		
efisiensi	0,69	(0,96)	1	
produktivitas	0,21	(0,91)	0,86	1

Berdasarkan nilai korelasi pada tabel-4 dilihat bahwa nilai korelasi efisiensi terhadap produktivitas ($r = 0,86$) dan nilai korelasi delay time terhadap produktivitas ($r = -0,91$) lebih besar dibandingkan nilai cycle time terhadap produktivitas ($r = 0,21$) sehingga secara faktor efisiensi dan delay time ($r = -0,96$) paling besar pengaruhnya terhadap produktivitas alat.

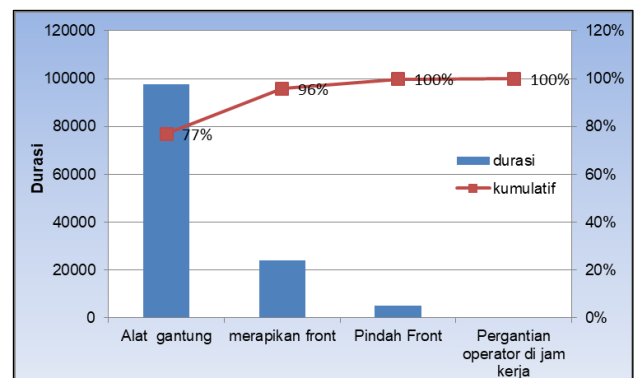
Tabel-3. Pencapaian target produktivitas

Hari ke-	Produktivitas (BCM/jam)	Pencapaian (%)
1	658,33	98,26
2	653,49	97,54
3	658,36	98,26
4	658,35	98,26
5	658,32	98,26
6	658,35	98,26
7	658,39	98,27
8	658,31	98,26
9	658,35	98,26
10	659,4	98,42
11	658,33	98,26
12	659,28	98,4
13	658,33	98,26
14	658,33	98,26
15	658,33	98,26
16	658,33	98,26

Urutan prioritas dalam penanggulangan masalah produktivitas alat gali muat menggunakan pendekatan diagram pareto. Analisis pareto dibagi menjadi dua yaitu berdasarkan frekuensi (gambar-2) dan berdasarkan durasi (gambar-3).



Gambar-2. Distribusi permasalahan berdasarkan frekuensi



Gambar -3. Distribusi permasalahan berdasarkan durasi

Berdasarkan gambar-2 dan gambar-3 dapat dilihat dari frekuensi banyaknya terjadi delay dalam penelitian selama 16 hari yaitu alat gali muat gantung, merapikan front, pindah front dan pergantian operator di jam kerja,

Permasalahan efisiensi kerja yang diprioritaskan untuk ditanggulangi pada tanggal 16 sampai 31 Oktober 2018 adalah alat gali muat dalam kondisi gantung menunggu alat angkut dan merapikan front karena jika dilihat kumulatif persentase permasalahan baik secara frekuensi kejadian (100%) maupun durasi (96%) maka kedua permasalahan tersebut memiliki kumulatif persentase lebih dari 90%. Permasalahan yang sangat diprioritaskan untuk ditanggulangi adalah kondisi gantung karena kumulatif persentasenya lebih dari 70% (secara frekuensi 80% dan secara durasi 77%).

KESIMPULAN

Setelah pengamatan dan pengolahan data yang dilakukan pada bab-bab sebelumnya sehingga didapat kesimpulan bahwa parameter yang mempengaruhi nilai produktivitas alat gali muat yaitu *cycle time* dan efisiensi kerja sebagai parameter yang berubah; dan *swell factor*, kapasitas *bucket*, dan *bucket fill factor* sebagai parameter tetap. Parameter yang paling mempengaruhi produktivitas adalah efisiensi kerja dengan nilai korelasi sebesar 0,86. Parameter yang mempengaruhi nilai efisiensi kerja adalah *cycle time* dan *delay time*. Faktor yang paling mempengaruhi nilai efisiensi kerja adalah *delay time* dengan nilai korelasi -0,96. Prioritas pertama permasalahan efisiensi kerja yang sebaiknya ditanggulangi adalah kondisi alat gali muat gantung (menunggu truk) sedangkan prioritas yang kedua adalah alat gali muat merapikan front.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada PT Multi Tambangjaya Utama dan semua pihak yang telah banyak membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. N. Burt and L. Caccetta, *Equipment selection for mining: with case studies*, Cham: Springer International Publishing, 2018.
- [2] G. Jumabayeva, B. Allanazarov and A. Joldasbayeva, "STAGES OF OPEN PIT MINING. MINING METHODS AND THEIR PROCESSES," *Science and innovation*, vol. 2, no. A1, pp. 236-240, 2023.
- [3] C. N. Burt and L. Caccetta, "Match factor for heterogeneous truck and loader fleets," *International journal of mining, reclamation and environment*, vol. 21, no. 4, pp. 262-270, 2007.
- [4] A. Khair, A. Triantoro, R. Riswan and W. N. Hidayat, "Evaluasi Pencapaian Target Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Aktivitas Pemindahan Overburden Di Pit1 Blok15 Pt Rimau Energy Mining, Site Putut Tawuluh," *Jurnal Himasapta*, vol. 4, no. 1, pp. 17-24, 2019.
- [5] M. Alan, D. J. Rianto and M. Oktavia, "Evaluasi Kinerja Alat Mekanis Pada Kegiatan Pengupasan Tanah Penutup Di PT. Seluma Prima Coal Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun," *Jurnal Mine Magazine*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [6] L. I. PausPaus, H. Sidiq and F. Mukarrom, "Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Dalam Upaya Pencapaian Target Produksi Bijih Nikel Pada Mitra Kerja PT Manado Karya Anugrah Di PT Gag Nikel Raja Ampat Papua Barat," in *Prosiding Nasional ReTH XVII*, 2022.
- [7] F. Tak and Y. Rumbino, "ANALISIS PENCAPAIAN TARGET PRODUKSI ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA PROSES PENAMBANGAN PASIR DI (QUARRY) PT. BUMI INDAH DESA BENU, KECAMATAN TAKARI, KABUPATEN KUPANG," *Jurnal Teknologi*, vol. 16, no. 1, pp. 13-19, 2022.
- [8] F. M. Akbar, H. Rezkie and W. D. Ratminah, "KAJIAN TEKNIS PRODUKTIVITAS ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT UNTUK MENCAPAI TARGET PRODUKSI BATU ANDESIT DI PT. ARGA EASTU DESA SANETAN, KECAMATAN SLUKE, KABUPATEN REMBANG PROVINSI JAWA TENGAH," *Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan*, vol. 1, no. 1, pp. 196-203, 2019.
- [9] C. Oggeri, T. M. Fenoglio, A. Godio and R. Vinai, "Overburden management in open pits: options and limits in large limestone quarries," *International Journal of Mining Science and Technology*, vol. 29, no. 2, pp. 217-228, 2019.
- [10] M. Tyulenev, O. Litvin, M. Cehlár, S. Zhironkin and M. Gasanov, "Estimation of Hydraulic Backhoes Productivity for Overburden Removing at Kuzbass Open Pits," *Acta Montanistica Slovaca*, vol. 22, no. 3, pp. 269-302, 2017.
- [11] A. H. Altit, R. O. Alrawashdeh and H. M. Alnawafleh, "Open Pit Mining," in *Mining techniques: Past, present and future*, London, IntechOpen, 2021, pp. 3-24.
- [12] V. V. Aksenov, D. M. Dubinkin, A. A. Khoreshok, S. O. Markov, A. B. Efremenkov and M. A. Tyulenev, "Evaluating the impact of excavator bucket capacity on the output of a haul truck in different variants of their positioning," in *Journal of Physics: Conference Series*, Veliky Novgorod, 2021.
- [13] R. Sobolevskiy, V. Korobiichuk, V. Levytskyi, V. Pidvysotskyi, O. Kamskykh and L. Kovalevych, "OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF EFFICIENCY MANAGEMENT OF THE PRIMARY KAOLIN EXCAVATION ON THE CURVED FACE OF THE CONDITIONED AREA," *Rudarsko-geološko-naftni zbornik*, vol. 35, no. 1, pp. 123-137, 2020.
- [14] N. P. Singh, V. Seervi, N. Kishore and A. K. Verma, "An Investigation into Statistical Correlations Between Coal Production and Key Productivity Indicators of Surface Miners in Indian Opencast

- Mines," *Mining, Metallurgy & Exploration*, vol. 40, no. 1, pp. 389-402, 2-23.
- [15] I. E. Tsolas, "Efficiency Analysis of Lignite Mining Operations Using Production Stochastic Frontier Modeling," *Mining*, vol. 1, no. 1, pp. 100-111, 2021.
- [16] M. A. Seboru, "An investigation into factors causing delays in road construction projects in Kenya," *American Journal of Civil Engineering*, vol. 3, no. 3, pp. 51-63, 2015.
- [17] R. Dunford, Q. Su and E. Tamang, "The Pareto Principle," *The Plymouth Student Scientist*, vol. 7, no. 1, pp. 140-148, 2014.
- [18] Y. V. Ilyushin and E. I. Kapostey, "Developing a Comprehensive Mathematical Model for Aluminium Production in a Soderberg Electrolyser," *Energies*, vol. 16, no. 17, p. 6313, 2023.
- [19] T. Blanchet, J. Fournier and T. Piketty, "Generalized Pareto Curves: Theory and Applications," *Review of Income and Wealth*, vol. 68, no. 1, pp. 263-288, 2022.
- [20] X. Gu, X. Wang, Z. Liu, W. Zha, X. Xu and M. Zheng, "A Multi-Objective Optimization Model Using Improved NSGA-II for Optimizing Metal Mines Production Process," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 28847-28858, 2020.
- [21] B. C. Arnold, "Pareto Distribution," in *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online*, John Wiley & Sons, Ltd., 2015, pp. 1-10.

