

# APLIKASI MINIMASI BIAYA SEWA PADA PENJADWALAN *FLOWSHOP* BERBASIS ANDROID

Muhammad Faudzi Bahari<sup>a,\*</sup>, M. Adib Jauhari Dwi Putra<sup>b</sup>, Achmad Ridwan<sup>c</sup>,  
Taftazani Ghazi Pratama<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Muhammadiyah Kudus

<sup>bcd</sup> Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Komputer, Universitas Muhammadiyah Kudus

Email : [muhammadfaudzi@umkudus.ac.id](mailto:muhammadfaudzi@umkudus.ac.id)

---

## Abstrak

Penelitian ini menggunakan metode 4-D yaitu Define, Design, Develop and Disseminate. Penelitian ini menghasilkan sebuah aplikasi berbasis Android. Aplikasi ini adalah bentuk pengembangan dari teori-teori matematis yang telah ditemukan sebelumnya. Aplikasi ini dapat menyelesaikan permasalahan minimasi biaya sewa pada sebuah penjadwalan *flowshop*. Aplikasi ini telah diuji menggunakan simulasi pada penelitian ini. Aplikasi ini diharapkan dapat membantu generasi milenial dalam menyelesaikan cita-cita revolusi industri 4.0.

**Kata Kunci:** Penjadwalan *Flowshop*, Minimasi Biaya Sewa Penjadwalan *Flowshop*, Aplikasi, Revolusi Industri 4.0

## Abstract

*4-D (Define, Design, Develop and Disseminate) Method used in this research. This research has made an android based application. The application that has been made is the development of mathematical theories that have been found by previous researchers. The Application that has been made can solve minimize rental cost on flowshop scheduling problem. This study uses simulations to conduct trials on applications that have been made. This Application is expected to make industrial revolution era 4.0's dreams come true.*

**Keywords:** *Flowshop Scheduling, Minimize Rental Cost, Android, Android Application, industrial revolution era 4.0*

---

## I. PENDAHULUAN

Peradaban manusia tengah menghadapi era baru, yaitu era digital. Era ini diawali dengan perubahan arah pengembangan pada dunia industry yang hari ini kita kenal dengan revolusi industry 4.0. Perubahan ini tentu mengubah banyak aspek dalam kehidupan manusia, salah satunya adalah kehidupan sosial yang pada akhirnya melahirkan era society 5.0.

Generasi Y atau generasi milenial adalah mereka yang sekarang menjadi tonggak utama sebagai pemegang kendali perubahan yang terjadi. Salah satu gagasan yang menjadi cita-cita generasi milenial dalam revolusi industry 4.0 adalah terciptanya sebuah 'pabrik pintar' (Xu et al., 2018). Hal ini menjadi muara dari mulai berkembangnya teknologi hari ini.

Beberapa bagian teknologi yang tengah dikembangkan seperti *Big Data*, *Artificial Intelligence*, dan *Mobile Device* memberikan dampak yang cukup banyak bagi kehidupan manusia pada umumnya, dimulai dari efisiensi dan minimasi biaya sampai dengan hilangnya beberapa pekerjaan yang digantikan peran oleh robot. (Industri & Berbagai, 2018)

Menyikapi dampak yang diimplikasikan oleh revolusi industry terhadap kehidupan manusia, kami menyoroti dampak positif yang diharapkan dihadirkan oleh revolusi industry 4.0. Pada era industry 3.0 efisiensi dan minimasi biaya memerlukan tenaga manusia dalam melakukan perhitungan yang cukup rumit. Revolusi industry pada titik ini diharapkan dapat menyediakan sebuah solusi yang selain efektif tapi juga praktis.

Minimasi biaya dan efisiensi pada sebuah industry harus dimulai dari perencanaan yang matang. Salah satu proses dalam bagian perencanaan sebuah proses produksi dalam dunia industry adalah penjadwalan. Adapun beberapa tipe penjadwalan yang dapat digunakan dalam industry jika dilihat dari alur prosesnya adalah penjadwalan *flowshop* dan *jobshop*. (Al-Harkan, 1997)

Minimasi biaya pada penjadwalan *flowshop* sendiri sudah banyak diteliti oleh ilmuwan di waktu lampau, seperti Johnson's rules, Metode Campbell-Dudek-Smith, dan Metode Nawaz-Encor-Ham.

Pada beberapa kasus di level menengah ke bawah, pelaku industry melakukan sewa dalam penggunaan mesin yang digunakan. Hal ini tentunya menjadi sebuah kasus menarik yang perlu dicari solusinya. Menyikapi hal tersebut Gupta pada tahun 2013 mulai meneliti hal tersebut dan menyampaikan sebuah teori untuk kasus pada dua buah mesin (Gupta et al., 2013). Laxmi Narain menjadi suksesor Gupta, pada tahun 2015 dan 2016 menyelesaikan sebuah penelitian yang menghasilkan solusi untuk kasus dengan tiga buah mesin (Narain, 2015a) (Narain, 2015b). Pada tahun 2020, Bahari kemudian mengembangkan teori yang digunakan Laxmi Narain untuk dapat menggeneralisasikan kasus serupa untuk  $n$  jumlah mesin (Bahari et al., 2020).

Bergerak dari teori yang sudah ditemukan sebelumnya, pada penelitian kali ini kami membuat sebuah *software* berbasis android untuk kasus minimasi biaya sewa pada penjadwalan *flowshop*.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Optimasi

Optimasi merupakan keadaan dimana suatu fungsi telah mencapai titik maksimum atau minimumnya (Rao, 2009). Hal ini bergantung dari tujuan yang hendak dicapai dari sebuah fungsi tersebut.

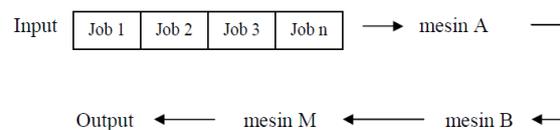
Terdapat tiga acara untuk menyelesaikan permasalahan optimasi, yaitu metode eksak, metode heuristic, dan metaheuristic. Secara definisi, Metode eksak adalah suatu cara untuk mendapatkan hasil paling optimal

dengan menghitung setiap solusi yang mungkin. Sementara itu, Metode Heuristik adalah suatu cara mencari nilai optimal dengan waktu yang lebih cepat meski tidak selalu memberikan solusi paling optimal. Adapun definisi dari Metaheuristic adalah suatu metode yang dapat digunakan untuk melakukan eksplorasi lebih dalam pada daerah yang mungkin memiliki solusi paling optimal dari seluruh ruang solusi yang ada. Hasil yang diberikan oleh metaheuristic cenderung lebih baik dari hasil menggunakan metode heuristic klasik. (Topan, 2012)

### B. Penjadwalan *Flowshop*

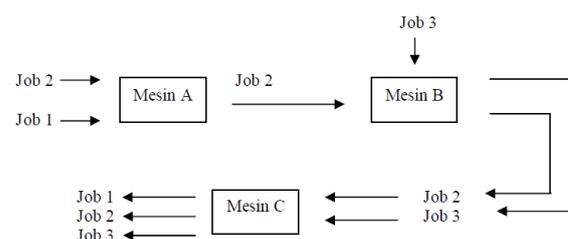
Penjadwalan *flowshop* adalah sebuah penjadwalan produksi dimana setiap produk diproduksi melalui alur mesin yang sama. Penjadwalan *flowshop* terbagi menjadi 2 jenis, yaitu penjadwalan *flowshop* murni dan penjadwalan *flowshop* umum.

Pada *flowshop* murni, seluruh *job* akan melalui seluruh mesin dengan alur produksi yang sama.



Gambar 1. Penjadwalan *flowshop* murni

Sementara pada penjadwalan *flowshop* umum seluruh *job* tidak harus melalui seluruh mesin, namun tetap harus melalui mesin dengan alur produksi yang sama.



Gambar 2. Penjadwalan *flowshop* umum

Beberapa metode heuristic yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi pada penjadwalan *flowshop* adalah Aturan Johnson, Metode Palmer, Metode Campbell-Dudek-Smith, dan Metode Gupta. Sementara untuk mendapatkan solusi eksak bisa menggunakan metode Nawaz-Encor-and-Ham.

**C. Minimasi Biaya Sewa Penjadwalan Flowshop**

Solusi untuk minimasi biaya sewa pada penjadwalan *flowshop* ini adalah pengembangan kasus dari solusi optimal yang dapat diselesaikan menggunakan metode yang telah digunakan.

Beberapa penelitian dilakukan untuk menemukan solusi dalam pencarian solusi untuk masalah ini. Gupta mengenalkan model minimasi biaya sewa dengan dua buah mesin dengan  $n$  pekerjaan (Gupta et al., 2013). Laxmi narain selanjutnya melakukan optimasi biaya sewa untuk menyelesaikan kasus serupa dengan tiga buah mesin (Narain, 2015b). Bahari kemudian mengembangkan penemuan narain dengan cara induksi matematika untuk mendapatkan solusi dengan  $m$  buah mesin dan  $n$  buah *job* (Bahari et al., 2020). Menurut Bahari terdapat dua buah proposisi untuk dapat menemukan solusi pada permasalahan minimasi biaya sewa pada penjadwalan *flowshop*.

**Proposisi 1**

*Completion time* pada mesin ke- $m$  tidak akan berubah, jika mesin ke- $m$  disewa saat saat  $L_m = \sum_{i=1}^n I_{i,m}$ . Sehingga dengan induksi matematika akan dibuktikan bahwa  $t'_{n,m} = t_{n,m}$ .

**Proposisi 2**

Jika  $t'_{n,r} - t'_{1,(r-1)} = \sum_{i=1}^n a_{ir}$  untuk suatu mesin ke- $r$  maka penggunaan mesin sudah optimal. Jika  $t'_{n,r} - t'_{1,(r-1)} > \sum_{i=1}^n a_{ik}$  untuk suatu mesin ke- $r$  maka penggunaan mesin belum optimal dan dapat dilakukan minimisasi biaya dengan menyewa saat  $L_r$ .

$$L_r = \min\{Y_k\}$$

dengan:

$$Y_1 = L_{(r+1)} - a_{1,r}$$

$$Y_2 = L_{(r+1)} - \sum_{i=1}^2 a_{i,r} + \sum_{i=1}^1 a_{i,(r+1)}$$

⋮

$$Y_k = L_{(r+1)} - \sum_{i=1}^k a_{i,r} + \sum_{i=1}^{k-1} a_{i,(r+1)} + \sum_{i=1}^{k-2} a_{i,(r+2)} + \dots + \sum_{i=1}^{k-k} a_{i,(r+k)}$$

Keterangan:

$t_{i,j}$  : *Completion time job* ke- $i$  pada mesin ke- $j$

$t'_{i,j}$  : *Completion time job* ke- $i$  pada mesin ke- $j$  setelah menggunakan model minimisasi biaya sewa

$I_{i,j}$  : *Idle Time* untuk *job* ke- $i$  pada mesin ke- $j$

$Y_k$  : Calon waktu efisien ke- $k$  untuk melakukan sewa mesin

**D. Android**

Android adalah sebuah sistem operasi terbuka yang dapat dijalankan dalam perangkat *handphone*, tablet maupun perangkat pintar lainnya (Supardi, 2011). Platform ini awalnya dibuat oleh Android Inc., yang kemudian dibeli oleh Google dan dirilis sebagai AOSP (*Android Open Source Project*) pada tahun 2007. (Gilski & Stefanski, 2015)

Berdasarkan pemaparan google pada tahun 2019 dikatakan bahwa pengguna aktif sistem operasi Android sudah melebihi angka 2 miliar. Android terus berkembang dari pertama kali sistem operasi ini dirilis. Banyaknya pengguna android ini juga tentunya memberikan banyaknya aplikasi yang telah diunduh oleh para pengguna. Pada akhir tahun 2017 dilaporkan bahwa 19 miliar lebih aplikasi telah didownload melalui layanan penyedia aplikasi milik google, playstore. Banyaknya aplikasi yang tersedia di android ini disebabkan, sistem operasi android

adalah sistem operasi terbuka yang dapat dikembangkan oleh banyak pengembang (Wahid Maulana, 2017). Android memungkinkan pengembang aplikasi dapat memodifikasi secara bebas dan mendistribusikannya. Data-data di atas mendukung hasil penelitian dari Oktaviani saat melakukan komparasi antara sistem operasi Blackberry dan Android. (Fanny, 2014)

Beberapa penelitian dewasa ini juga menerapkan berbagai pemecahan masalah dengan menggunakan aplikasi berbasis android, seperti yang dilakukan pada bidang budaya oleh Harni pada budaya samosir (Gilski & Stefanski, 2015), Bambang tentang budaya Labuhan Batu (Sulakono et al., 2020). Adapun penelitian tentang music seperti yang dilakukan oleh Rahmawati (Rahmawati et al., 2017). Adapun contoh lain seperti pemanfaatan untuk bidang kesehatan seperti yang dilakukan oleh Erni (Yanti & Rihyanti, 2020).

Keadaan pandemi dewasa ini tentu membuat sector edukasi menjadi begitu membutuhkan kebaruan dari sisi teknologi. Android dengan jumlah *User* yang banyak memiliki kemungkinan terbesar menjadi sistem operasi yang digunakan oleh pelajar maupun guru. Bergerak dari situ, penelitian media pembelajaran berbasis android mulai marak dilakukan. Diantaranya Game berbasis android untuk media pembelajaran android yang diteliti oleh Ditto (Putra & Nugroho, 2016), Matematika oleh Zakiy (Zakiy et al., 2018), Theresia untuk materi sistem ekskresi pada mata pelajaran Biologi kelas VIII (Theresia Nona Elci et al., 2021) dan Fisika oleh Vilmala (Vilmala & Mundilarto, 2019).

Aplikasi penjadwalan sendiri telah diteliti oleh beberapa peneliti seperti Daniswara yang membuat penjadwalan terkait kuliah (Sukmandari, 2017), lalu Rahmah pada penjadwalan agenda (Rahmah & Mansur, 2017), dan penjadwalan mesin dengan metode Gupta oleh Mashuri. (Mashuri et al., 2020)

### E. Kodular

Kodular.io adalah sebuah website yang menyediakan layanan pembuatan aplikasi android tanpa menggunakan koding. Hal ini tidak dapat terjadi karena kodular menyediakan pembuatan aplikasi dengan

sistem drag and drop order (Setiawan, 2020). Pembuatan aplikasi di kodular menggunakan block puzzle yang merepresentasikan komponen-komponen yang nantinya disusun menjadi suatu kesatuan yang utuh.

Block puzzle yang telah disediakan relatif mudah dan lengkap. Beberapa fitur *block puzzle* yang dapat digunakan antara lain, *control, mathematics, logic, dll.* *User interface* dapat didesain dengan relatif mudah dan lengkap karena selain menyediakan object yang akan ditampilkan juga dapat menyediakan sensor yang digunakan untuk mengaktifkan fungsi lain pada handphone seperti lokasi, kamera maupun perubahan posisi handphone dari *portrait* ke *landscape* dan sebaliknya.

## III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode 4-D yaitu Define, Design, Develop and Disseminate. Pada penelitian ini langkah pertama yang dilakukan adalah mendeskripsikan masalah, untuk dibuat model penyelesaiannya. Tidak sampai disitu saja model masih akan terus dikembangkan hingga pada akhirnya disebar. Tentunya diharapkan adanya permasalahan baru dengan harapan perkembangan pada solusi yang telah didapat sehingga perputaran pada metode ini akan terus dapat dilakukan.

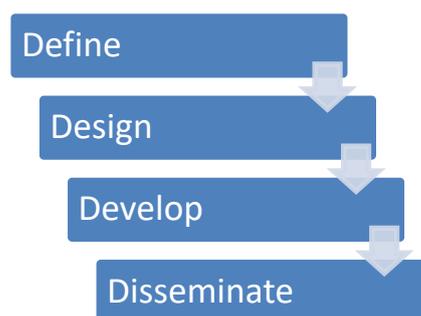


Diagram 1. Metode 4D

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aplikasi berbasis android ini diharapkan dapat memudahkan para pelaku industri yang memiliki permasalahan dalam optimasi biaya sewa pada mesin produksinya. Selain itu pun diharapkan dapat digunakan oleh pelaku industry secara umum untuk mengoptimalkan penggunaan mesin produksinya. Kamipun

memberi nama pada aplikasi ini “Scheduling Solver”.

**A. Tampilan Awal**

Ketika aplikasi dioperasikan pada handphone berbasis android tampilan berupa splash screen akan hadir selama 3 detik. Pada tampilan ini ditampilkan nama aplikasi dengan catatan bahwa aplikasi ini dikembangkan oleh civitas akademik Universitas Muhammadiyah Kudus.



Gambar 3. Tampilan Awal Aplikasi

**B. Tampilan Beranda atau Menu**

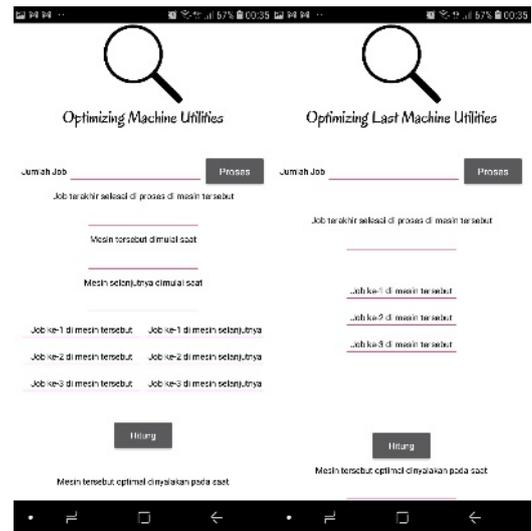
Pada tampilan ini tersedia 3 pilihan menu yang dapat dioperasikan. Menu yang tersedia adalah pengoptimalan utilitas mesin, penghitungan biaya sewa dan menutup aplikasi.



Gambar 4. Tampilan Menu Aplikasi

**C. Tampilan Pengoptimalan utilitas mesin**

Sebelum memasuki menu ini, *User* akan diberikan pertanyaan “apakah anda akan mengoptimalkan mesin terakhir?”. Jika *User* memilih tidak, maka tampilan akan berpindah pada layer perhitungan untuk mesin yang bukan merupakan terakhir dengan sistem kerja yang tidak berbeda jauh dengan sistem pada menu sebelumnya. Namun jika *User* memilih yaa hanya akan ada 1 kolom mesin yang harus dimasukkan nilainya oleh *User*.



Gambar 5. Tampilan Optimasi Mesin

**D. Tampilan Perhitungan biaya sewa**

Pada menu ini, layer akan menampilkan 2 buah text box yang harus diisi oleh *User* dengan harga sewa mesin dan lamanya mesin digunakan.



Gambar 6. Tampilan Minimasi Biaya Sewa

**E. Tampilan Exit**

Ketika menu ini ditekan ketika aplikasi berada pada tampilan beranda, maka secara otomatis aplikasi akan ditutup.

**F. Simulasi Aplikasi**

Kami melakukan uji coba dengan menggunakan simulasi dengan contoh kasus yang diambil dari penelitian Bahari (Bahari, 2020). Penjadwalan 3 buah mesin dengan 6 buah *job* berbeda. Mesin pertama memerlukan biaya sewa sebesar Rp. 145 untuk setiap sewa selama 1 menit. Mesin kedua memerlukan biaya sewa sebesar Rp. 290 untuk setiap satu menit penggunaan. Lalu mesin terakhir memerlukan biaya sewa sebesar Rp. 1000 per menit.

**Tabel 1.** Waktu proses setiap *job* pada setiap mesin

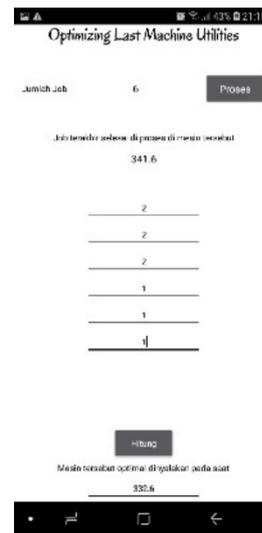
Job	Mesin		
	1	2	3
1	33,3	14,7	1
2	50	22	1
3	83,3	36,7	2
4	83,3	36,7	2
5	16,7	7,3	1
6	66,7	29,3	2

Dengan menggunakan metode Nawaz-Encor-and-Ham, diperoleh urutan optimal 3-4-6-2-1-5.

**Tabel 2.** Penjadwalan optimal

Job	Mesin		
	1	2	3
3	0-83.3	83,3-120	120-122
4	83.3-166,6	166.6-203,3	203.3-205.3
6	166.6-233.3	233.3-262.6	262.6-264.6
2	233.3-283.3	283.3-305.3	305.3-306.3
1	283.3-316.6	316.6-331.3	331.3-332.3
5	316.6-333.3	333.3-340.6	340.6-341.6

Selanjutnya untuk mengoptimalkan utilitas mesin kami menggunakan aplikasi yang telah dibuat.



Gambar 7. Optimasi Mesin Terakhir

Aplikasi menunjukkan bahwa mesin terakhir akan mulai dioperasikan pada saat *job* pertama telah diproses selama 332.6 menit.



Gambar 8. Optimasi utilitas mesin kedua

Aplikasi menunjukkan bahwa mesin kedua akan mulai beroperasi setelah *job* pertama diproses selama 193.9 menit.

Selanjutnya, akan disusun penjadwalan dengan waktu mulai dari mesin kedua dan ketiga yang baru.

**Tabel 3.** Penjadwalan optimal setelah optimasi utilitas mesin

Job	Mesin		
	1	2	3
3	0-83.3	193.9-230.6	332.6-334.6
4	83.3-166,6	230.6-267.3	334.6-366.6
6	166.6-233.3	267.3-296.6	366.6-338.6
2	233.3-283.3	296.6-318.6	338.6-339.6
1	283.3-316.6	318.6-333.3	339.6-340.6
5	316.6-333.3	333.3-340.6	340.6-341.6

Selanjutnya akan dihitung masing-masing biaya sewa untuk setiap mesin menggunakan aplikasi yang telah dibuat. Pada mesin pertama, dapat dilihat bahwa untuk mengoperasikan seluruh job dibutuhkan waktu 333.3 menit dengan biaya sewa sebesar Rp. 145.



Gambar 9. Biaya sewa mesin pertama sebelum optimasi

Setelah dilakukan optimasi, ternyata waktu penggunaan mesin pertama tidak mengalami perubahan.



Gambar 10. Biaya sewa mesin pertama setelah optimasi

Karena tidak ada perubahan waktu penggunaan mesin otomatis, perbedaan biaya sewa yang harus dikeluarkan antara sebelum

dan sesudah dilakukan optimasi utilitas mesin adalah 0.

Sementara untuk biaya sewa mesin kedua sebelum optimasi adalah sebesar Rp. 290. Pada saat sebelum dilakukan optimasi mesin kedua digunakan selama 257.3 menit.



Gambar 11. Biaya sewa mesin kedua sebelum optimasi

Setelah dilakukan optimasi penggunaan pada mesin kedua, ditemukan bahwa mesin kedua akan dioperasikan selama 146.7 menit. Sehingga akan terjadi perubahan biaya sewa yang dikeluarkan.



Gambar 12. Biaya sewa mesin kedua setelah optimasi

Dapat dilihat bahwa terjadi perbedaan biaya sewa yang harus dikeluarkan karena penggunaan mesin yang sudah optimal. Perbedaan biaya yang harus dikeluarkan sebesar Rp. 32074.

Pada mesin terakhir biaya sewa yang harus dikeluarkan untuk setiap penggunaan selama satu menit adalah Rp. 1000. Sebelum dilakukan optimasi utilitas mesin diketahui bahwa mesin disewa selama 221.6 menit.



Gambar 13. Biaya sewa mesin ketiga sebelum optimasi

Pada mesin terakhir perbedaan waktu penggunaan mesin cukup besar, yaitu sekitar 212.6 menit. Hal ini terjadi karena setelah dilakukan optimasi utilitas mesin dengan menggunakan aplikasi didapatkan bahwa mesin ketiga hanya akan beroperasi selama 9 menit dengan biaya sewa yang sama.



Gambar 14. Biaya sewa mesin ketiga setelah optimasi

Seperti yang telah disampaikan bahwa terjadi perbedaan biaya sewa yang cukup besar antara sebelum dan sesudah dilakukan optimasi biaya sewa dengan menggunakan aplikasi, yaitu sebesar Rp. 212600.

Setelah melakukan simulasi dengan contoh kasus yang telah diteliti sebelumnya, diketahui bahwa jumlah perbedaan biaya sewa yang harus dikeluarkan setelah optimasi dengan aplikasi menjadi lebih rendah. Total biaya sewa yang harus dikeluarkan sebelum melakukan optimasi adalah sebesar Rp. 344545.5. Total biaya sewa yang harus dikeluarkan setelah melakukan optimasi adalah sebesar Rp. 99871.5. Perbedaan biayanya adalah sebesar Rp. 244.674.

Hasil yang ditunjukkan aplikasi sama dengan hasil yang didapatkan oleh Bahari secara manual. Sehingga, aplikasi ini dapat digunakan untuk kasus minimasi biaya sewa pada penjadwalan *flowshop* lainnya.

## V. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah aplikasi Android yang dapat mengoptimalkan biaya sewa pada penjadwalan produksi. Proses yang dapat digunakan dalam aplikasi ini adalah mengoptimalkan utilitas mesin dan menghitung biaya sewa yang harus dikeluarkan oleh para pelaku industry. Aplikasi ini telah diuji dengan melakukan simulasi. Aplikasi ini diharapkan dapat menjadi batu tapal bagi penelitian selanjutnya sehingga dapat membantu generasi milenial dalam mewujudkan ‘pabrik pintar’ sebagai cita-cita revolusi industri 4.0.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Harkan, I. M. (1997). Algorithms for Sequencing and Scheduling. *On Merging Sequencing and Scheduling Theory with Genetic Algorithms to Solve Stochastic Job Shops*, 438.
- Bahari, M. F. (2020). Minimisasi Biaya Sewa Pada Penjadwalan Flow Shop 3 Mesin dengan Menggunakan Metode Nawaz, Enscor, and Ham (NEH). *Kubik: Jurnal Publikasi Ilmiah Matematika*, 4(2), 196–201.  
<https://doi.org/10.15575/kubik.v4i2.6557>

- Bahari, M. F., Sudrajat, S., & Lesmana, E. (2020). Minimize Rental Costs on Flowshop Scheduling. *Jurnal Ilmiah Sains*, 20(2), 58. <https://doi.org/10.35799/jis.20.2.2020.27765>
- Fanny, O. M. (2014). Analisis Uji Komparasi Sistem Operasi pada Android dan Blackberry. *Universitas Gunadarma Jurnal*, 8(03), 1–3.
- Gilski, P., & Stefanski, J. (2015). Android OS: A Review. *TEM Journal*, 4(1), 116–120. <http://www.temjournal.com/content/41/14/temjournal4114.html>
- Gupta, D., Singla, P., & Bala, S. (2013). Minimize the Rental Cost in Two Stage Flow Shop Scheduling Problem in Which Set Up Time Separated From Processing Time with Branch and Bound Technique. 3(8), 315–320.
- Industri, R., & Berbagai, D. A. N. (2018). Revolusi Industri 4.0 Dan Berbagai Implikasinya. *Jurnal Tekno Mesin*, 5(1), 5–7.
- Mashuri, C., Mujianto, A. H., Sucipto, H., & Arsam, R. Y. (2020). Sistem Optimasi Penjadwalan Mesin Produksi Menggunakan Metode GUPTA Berbasis Android. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 10(1), 20–27. <https://doi.org/10.21456/vol10iss1pp20-27>
- Narain, L. (2015a). *Minimizing total Rental Cost in Scheduling Problems*. 6(June), 280–289.
- Narain, L. (2015b). *Optimize Renting Times of Machines in Flow-Shop Scheduling*. 5, 84–88.
- Putra, D. R., & Nugroho, M. A. (2016). Pengembangan Game Edukatif Berbasis Android Sebagai Media Pembelajaran Akuntansi Pada Materi Jurnal Penyesuaian Perusahaan Jasa. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 14(1). <https://doi.org/10.21831/jpai.v14i1.11364>
- Rahmah, R., & Mansur, M. (2017). Desain dan implementasi sistem penjadwalan agenda berbasis android. *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 8(2), 196–206. <https://doi.org/10.31849/digitalzone.v8i2.646>
- Rahmawati, A. P., Pratamawati, E. W. S. D., & Zandra, R. A. (2017). M-Learning Teori Musik Dalam Aplikasi Smartphone Android. *Journal of Art, Design, Art Education And Culture Studies (JADECS)*, 2(2), 128–135. <http://journal2.um.ac.id/index.php/dart/article/view/2188/1289>
- Rao, S. S. (2009). *04 - Rao S S - Engineering Optimization - Theory and Practice-Wiley (2009).pdf*.
- Setiawan, R. (2020). Rancang Bangun Media Pembelajaran Berbasis Android Tanpa Coding Semudah Menyusun Puzzle. *Jurnal Sistem Informasi Dan Sains Teknologi*, 2(2), 1–7. <https://doi.org/10.31326/sistek.v2i2.729>
- Sukmandari, D. G. (2017). Analisis Aplikasi Jadwal Perkuliahan Berbasis Android. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 2(1), 80–84. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v2i1.16634>
- Sulakono, B. A., Sarkum, S., Munandar, M. H., Masrizal, M., & Irmayani, D. (2020). The Diversity of Labuhanbatu Community Culture in Android-Based Applications. *International Journal of Advances in Data and Information Systems*, 1(2), 60–68. <https://doi.org/10.25008/ijadis.v1i2.182>
- Supardi, I. Y. (2011). *Semua Bisa Menjadi Programmer Android Basic: Mengenal Java dan Android*. Elex Media Komputindo.
- Theresia Nona Elci, Yohanes Bare, & Oktavius Yoseph Tuta Mago. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Biologi Berbasis Android Menggunakan Model Pembelajaran Problem Based Learning Pada Materi Sistem Ekskresi Di Kelas VIII SMP. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 11(2), 54–62. <https://doi.org/10.37630/jpm.v11i2.484>

- Topan, A. (2012). Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha Vol . 1 No . 2 , Agustus 2012 ISSN 2089-6697 Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha Vol . 1 No . 2 , Agustus 2012 ISSN 2089-6697. *Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha*, 1(2), 85–90.
- Vilmala, B. K., & Mundilarto, M. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Android Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Ditinjau Dari Motivasi. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 3(1), 61.  
<https://doi.org/10.22373/crc.v3i1.4692>
- Wahid Maulana, M. R. (2017). Pengembangan Aplikasi Android Untuk Studi Bahasa Carakan Madura. *Journal of Information Engineering and Educational Technology*, 1(1), 32.  
<https://doi.org/10.26740/jieet.v1n1.p32-39>
- Xu, M., David, J. M., & Kim, S. H. (2018). The fourth industrial revolution: Opportunities and challenges. *International Journal of Financial Research*, 9(2), 90–95.  
<https://doi.org/10.5430/ijfr.v9n2p90>
- Yanti, S. N., & Rihyanti, E. (2020). Pembuatan Aplikasi Mobile Learning Informasi Pertolongan Pasien Positif Covid-19 Berbasis Android. *Journal of Information System, Informatics, and Computing*, 4(Vol 4 No 1 (2020)), 122–133.
- Zakiy, M. A. Z., Muhammad, S., & Farida. (2018). Pengembangan Media Android dalam Pembelajaran Matematika. *TRIPLE S: Journals of Mathematics Education*, 1(2), 87–96.