

## **ABSTRAK**

### **PENENTUAN RUTE TERPENDEK JALUR WISATA DI KABUPATEN PURBALINGGA MENGGUNAKAN ALGORITMA A\* (A-STAR)**

Oleh

Ardiansyah Hermas Kahfinudin 16102186

Kabupaten Purbalingga merupakan kota industri yang memiliki banyak destinasi wisata yang tersebar di penjuru kota Purbalingga. Kurangnya informasi untuk menentukan rute terpendek menuju destinasi wisata di Kabupaten Purbalingga dapat menjadi masalah utama dalam melakukan perjalanan. Banyaknya jalan raya terlebih lagi volume kendaraan yang banyak seringkali menyulitkan wisatawan untuk mencari jalur terpendek menuju tempat wisata. Tujuan dari penelitian ini untuk penentuan jalur terpendek menuju destinasi wisata di Kabupaten Purbalingga dengan menerapkan algoritma A-Star secara manual. Pendekatan yang diterapkan dalam penelitian ini mencakup pengumpulan data mengenai lokasi wisata dan jarak antara persimpangan jalan. Algoritma A-Star diimplementasikan secara manual untuk mencari jalur terpendek antara titik awal dan lokasi tujuan destinasi wisata. Proses manual pencarian rute terpendek menggunakan algoritma A-Star melibatkan estimasi heuristik dan evaluasi langkah demi langkah dalam pemilihan jalur terpendek. Proses pencarian manual algoritma A-Star pada jalur wisata Kabupaten Purbalingga dapat diidentifikasi secara efektif. Algoritma A-Star memiliki potensi yang signifikan dalam menentukan jalur menentukan jalur terpendek, yang dapat dijadikan dasar untuk pengembangan lebih lanjut. Hasil dari penelitian ini adalah menentukan rute terpendek dalam pada destinasi wisata di Kabupaten Purbalingga. Sehingga dapat memilih rute yang paling pendek untuk menentukan perjalanan menuju lokasi wisata.

**Kata Kunci: Algoritma A-Star, Kabupaten Purbalingga, Jalur Wisata, Implementasi Manual.**

## **ABSTRACT**

### ***DETERMINING THE SHORTEST ROUTE FOR TOURIST TRAILS IN PURBALINGGA REGENCY USING THE A\* ALGORITHM (A-STAR)***

Oleh

Ardiansyah Hermas Kahfinudin 16102186

*Purbalingga Regency is an industrial city that has many tourist destinations scattered throughout the city of Purbalingga. The lack of information to determine the shortest route to tourist destinations in Purbalingga Regency can be a major problem in traveling. The number of highways, especially the large volume of vehicles, often makes it difficult for tourists to find the shortest route to tourist attractions. The purpose of this research is to determine the shortest path to tourist destinations in Purbalingga Regency by applying the A-Star algorithm manually. The approach applied in this research includes data collection regarding tourist locations and the distance between road intersections. The A-Star algorithm is implemented manually to find the shortest path between the starting point and the destination location of tourist destinations. The manual process of finding the shortest route using the A-Star algorithm involves heuristic estimation and step-by-step evaluation in the selection of the shortest path. The manual search process of the A-Star algorithm on the tourist route of Purbalingga Regency can be identified effectively. The A-Star algorithm has significant potential in determining the path of determining the shortest path, which can be used as a basis for further development. The result of this research is to determine the shortest route in tourist destinations in Purbalingga Regency. So that it can choose the shortest route to determine the trip to the location.*

***Keywords: A-Star Algorithm, Purbalingga Regency, Tourism Path, Manual Implementation.***

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Kabupaten Purbalingga merupakan salah satu Kabupaten yang ada di Provinsi Jawa Tengah, yang terkenal dengan industri di bidang otomotif (knalpot). Secara total Purbalingga memiliki luas 777 Km<sup>2</sup> yang terbagi atas 18 kecamatan dan 239 kelurahan. Kabupaten ini mempunyai slogan yaitu Purbalingga PERWIRA, ada beberapa aspek yang sangat dijunjung di Kabupaten Purbalingga yaitu Kabupaten Purbalingga sebagai kota industri dan Kabupaten Purbalingga sebagai kota pariwisata. Kabupaten Purbalingga sebagai kota industri ditunjukkan dengan adanya banyak industri dengan bahan baku rambut manusia untuk dijadikan bulu mata palsu (*eye-lash*), rambut palsu serta sanggul maupun *hair piece*. Keistimewaan lain adalah industri knalpot yang merupakan transformasi dari industri kuali dan panci tembaga. Kabupaten Purbalingga sebagai kota pariwisata, hal ini ditunjukkan adanya banyak spot wisata buatan maupun alami berupa wahana permainan, pemandangan alam, sampai sejarah yang tersebar di berbagai tempat di kabupaten Purbalingga [1].

Pertumbuhan destinasi wisata Kabupaten Purbalingga mengalami kenaikan setiap tahun. Hal ini ditunjukkan Kabupaten Purbalingga memiliki 24 desa wisata yang telah ditetapkan dalam surat keputusan bupati dan 89 daya tarik wisata yang dikelola BUMD, BUMDes, Pokdarwis, serta swasta. Karena jumlah tempat wisata yang cukup banyak, wisatawan lokal maupun luar kota menjadikan Purbalingga sebagai salah satu alternatif tujuan wisata di musim liburan. Menurut data dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Purbalingga, jumlah kunjungan wisatawan ke Kabupaten Purbalingga pada Januari-Agustus 2021 mencapai 1.068.495 orang [2]. Dengan sedemikian banyaknya tempat-tempat yang lama atau baru, wisatawan belum tentu masyarakat tahu tempat tersebut, terutama yang dari luar kota Purbalingga. Hal ini dapat dinilai kurang efektif dan efisien dikarenakan masyarakat luar kota tidak tahu pasti tempat atau

lokasi yang dikunjungi. Disamping itu, menyita waktu yang lama bagi masyarakat dalam mencari tempat karena.

Tingginya minat wisatawan untuk menjelajahi destinasi alam dengan pesona alam dan kekayaan budayanya. Namun, dalam upaya untuk memberikan pengalaman wisata yang lebih baik kepada para pengunjung, perlu dipertimbangkan masalah efisiensi rute perjalanan antara berbagai titik wisata. Terkadang, wisatawan menghadapi kendala dalam menavigasi rute terpendek dan terbaik untuk mengunjungi berbagai tempat menarik dalam waktu terbatas. Kurangnya informasi untuk menentukan rute terpendek menuju destinasi wisata di Kabupaten Purbalingga seringkali menghambat pengalaman wisata. Rute adalah jarak atau arah yang harus dilalui untuk mencapai tempat tujuan [3]. Dalam hal penentuan rute, memerlukan data-data yang akurat dan lengkap seperti jarak, jalur dan titik yang menghubungkan dengan destinasi wisata agar dapat mencapai tujuan secara efisien. Perkembangan teknologi yang semakin pesat telah mempengaruhi pertumbuhan jumlah data. Sekarang ini, data merupakan sesuatu yang penting dalam berbagai bidang, mulai dari bidang akademik, bisnis dan media [4].

Pemaksimalan potensi pariwisata Kabupaten Purbalingga, penting untuk mengembangkan solusi yang dapat membantu wisatawan merencanakan rute perjalanan secara efisien. Dalam konteks ini, metode penerapan algoritma penentuan rute terpendek menunjukkan potensi yang menjanjikan dalam mengatasi masalah tersebut. Dengan memanfaatkan teknologi dan ilmu komputer, serta memadukan pengetahuan tentang kondisi geografis dan jaringan jalan Kabupaten Purbalingga, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu pendekatan yang memungkinkan wisatawan merencanakan perjalanan dengan lebih efektif, mengoptimalkan jarak, dan menjelajahi potensi wisata yang beragam[5].

Terdapat beberapa algoritma yang dapat digunakan untuk menentukan rute terpendek dari lokasi awal ke lokasi tempat tujuan. Diantaranya, Algoritma Dijkstra, A-Star, Floyd-Warshall, Bellman-Ford dan Algoritma Dynamic

PathFinding [6]. Diantara algoritma yang ada yang paling populer adalah Algoritma A-Star dan Algoritma Dijkstra. Algoritma Dijkstra adalah jenis dari algoritma greedy dan node yang sudah ditelusuri tidak dapat digunakan Kembali, sehingga rute yang dihasilkan bukan secara optimum global [7]. Pada umumnya digunakan dalam menentukan rute terpendek antar dua titik yang diwakili dalam bentuk graf. Algoritma ini juga bisa digunakan pada topologi jaringan dan protocol routing seperti Open Shortest Path First (OSPF) [8]. Algoritma ini proses komputasinya kompleks karena membandingkan biaya jalur satu dengan yang lainnya sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama apabila dibandingkan dengan Algoritma A-star. Sedangkan Algoritma A-Star diimplementasikan untuk mencari rute terpendek dari titik awal ke titik tujuan pada peta yang dipresentasikan dalam bentuk grid dan menggunakan pencarian heuristik sehingga komputasinya lebih singkat dibandingkan dengan algoritma Dijkstra [5]. Rute yang dihasilkan Algoritma A-Star adalah rute yang paling baik dan komplit yang berarti algoritma tersebut dapat mencapai tujuan yang di harapkan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan jalur terpendek menggunakan algoritma A-Star dengan perhitungan secara manual, yang dapat dijadikan dasar untuk pengembangan lebih lanjut untuk mempermudah masyarakat atau pengguna dalam mencari rute terpendek dan tercepat menuju tempat wisata yang akan dituju dengan rute terdekat dari titik awal.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, pada penelitian ini penulis melakukan penentuan rute terpendek jalur wisata di Kabupaten Purbalingga menggunakan algoritma A\* (A-Star) dengan perhitungan secara manual. Dalam penelitian ini, akan dikumpulkan data mengenai objek wisata di Kabupaten Purbalingga dan jalan atau rute yang menghubungkan antara objek wisata tersebut. Penentuan rute terpendek dalam penelitian ini, diawali dengan mengetahui posisi asal dan tujuan pada tempat wisata yang ada di Purbalingga.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat dari penelitian ini adalah kurangnya informasi untuk menentukan rute terpendek menuju destinasi wisata di Kabupaten Purbalingga.

## 1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan uraian diatas, penulis merumuskan beberapa pertanyaan mengenai permasalahan yang akan diteliti, antara lain:

- a. Bagaimana menerapkan algoritma A-Star dalam menentukan rute terdekat jalur wisata di Kabupaten Purbalingga?
- b. Bagaimana cara menentukan rute terdekat wisata kabupaten Purbalingga dengan algoritma A-Star?

## 1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah penelitian, maka untuk mewujudkan penelitian yang sesuai maka diperoleh batasan-batasan masalah penelitian sebagai berikut:

- a. Objek yang menjadi kajian penelitian ini hanya menyangkut pada penentuan rute wisata kabupaten Purbalingga.
- b. Pemilihan titik awal dalam penelitian ini hanya satu titik dengan titik koordinat -7.382285, 109.314375 dan dilanjutkan menuju titik wisata Kabupaten Purbalingga.
- c. Penelitian ini tidak akan memasukkan faktor-faktor seperti lalu lintas, waktu tempuh, kondisi cuaca, atau faktor-faktor eksternal lainnya yang dapat mempengaruhi perjalanan.
- d. Hasil penelitian ini hanya mencakup perhitungan manual penentuan rute terpendek jalur wisata di Kabupaten Purbalingga dengan menggunakan algoritma A-Star, tanpa menghasilkan implementasi perangkat lunak atau sistem yang dapat langsung digunakan oleh pengguna

### **1.5 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah tertera, dapat diketahui tujuan dari penelitian ini untuk menerapkan Algoritma A-Star untuk perhitungan manual dalam menentukan rute terpendek jalur wisata di Kabupaten Purbalingga.

### **1.6 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini diantaranya:

- a. Mengetahui rute terdekat menuju tempat wisata yang akan dituju.
- b. Memberikan panduan langkah-langkah perhitungan manual untuk menentukan rute terpendek jalur wisata di Kabupaten Purbalingga dengan memanfaatkan algoritma A-Star (A\*).
- c. Memberikan pandangan tentang pengembangan metode manual dengan algoritma A-Star (A\*) sebagai dasar pengembangan teknologi informasi yang lebih lanjut dalam membantu wisatawan merencanakan perjalanan wisata di Kabupaten Purbalingga secara optimal.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Pustaka**

Pada penelitian ini, peneliti telah melakukan studi literatur terhadap beberapa jurnal penelitian sebelumnya. Jurnal tersebut dipilih berdasarkan dengan topik yang sesuai dan berkaitan dengan tema penelitian ini mengenai Algoritma A-Star, diantaranya yaitu;

Penelitian pertama adalah Penerapan Algoritma A-Star (A\*) untuk Penentuan Jarak Terdekat Wisata Kuliner di Kota Bandarlampung. Penelitian ini bertujuan untuk memilih dan menentukan jalur terdekat tempat kuliner di kota Bandar Lampung dengan menerapkan algoritma A star. Penulis membuat aplikasi pencarian rute terdekat kuliner Bandarlampung dengan merancang dan mengimplementasikan program yang dapat memberikan rekomendasi kuliner apa saja di sekitar pengguna kota Bandar Lampung. Hasil dari penelitian ini penulis berhasil menerapkan Algoritma A-Star untuk menentukan jarak terdekat wisata kuliner di Kota Bandarlampung[9].

Penelitian kedua dilakukan oleh Purwo Hadi Septyo Widodo ditahun 2018 dengan judul Pencarian Rute Terdekat untuk Menentukan Lokasi Rumah Ibadah Pura di Kabupaten Blitar Menggunakan Algoritma A-Star. Penulis membuat sebuah aplikasi pencarian pura terdekat di Kabupaten Blitar dengan menampilkan rute dari lokasi pengguna ke lokasi pura dengan mengimplementasikan algoritma A Star untuk mendapatkan jalur terpendek. Hasil dari penelitian ini, peneliti dapat mengimplementasikan Algoritma A-Star kedalam aplikasi penentuan rute terdekat pura dan dapat berjalan dengan baik[10].

Selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Dedy Hermanto dan Sepri Dermawan (2018) dengan judul Penerapan Algoritma A-Star Sebagai Pencarian Rute Terpendek pada Robot Hexapod. Penulis

menerapkan Algoritma A-Star untuk melakukan *traversal* ke *neighbour* terdekat dan menyimpannya pada *open* kemudian A-Star akan memilih grid dan nilai terkecil kemudian menyimpannya pada *closed* dengan dilakukan secara berulang sampai grid *goal* berada pada titik yang telah ditentukan pada *closed*, selanjutnya A-Star akan mencari jalur tercepat. Berdasarkan penelitian ini dimana algoritma A-Star dapat diterapkan dalam robot hexapod untuk membantu menemukan jalur terpendek mencapai titik tujuan tanpa terhalang oleh hambatan dari arena yang digunakan[11].

Penelitian selanjutnya dengan judul Penerapan Algoritma A-Star Untuk Pencarian Rute Terpendek Puskesmas Rawat Inap Di Banyumas pada tahun 2019. Penulis merancang aplikasi Pencarian Puskesmas dengan rute terdekat di wilayah Banyumas dengan mengimplementasikan algoritma A star yang akan diperoleh tingkat keberhasilan yang cukup tinggi. Selain itu penulis juga menuturkan bahwa Algoritma A-Star ini akan lebih cepat dalam proses pencarian jalur terpendek dibandingkan dengan Algoritma Dijkstra. Dalam penelitian ini, penulis berhasil menerapkan Algoritma A-Star untuk mencari rute terpendek puskesmas rawat inap di Banyumas[12].

Penelitian selanjutnya membahas mengenai Perbandingan Algoritma A\* (A-Star) dan IDA\* (Iteratif Deepining A\*) pada Permainan Sliding Puzzle. Dalam penelitian ini dilakukan proses penyelesaian permainan sliding puzzle berukuran 3x3 dengan menggunakan algoritma A\* dan algoritma IDA\*. Dilihat dari kompleksitas waktu dari algoritma A\* dan IDA\*, algoritma A-Star lebih efisien daripada algoritma IDA\* karena pada algoritma IDA\* kadang mengulang langkah yang sama akan tetapi kelebihan dari algoritma IDA\* tidak membutuhkan memori yang banyak untuk melakukan penyelesaian. Dalam penelitian ini didapatkan hasil bahwa algoritma A\* lebih efisien dibandingkan dengan Algoritma IDA\* karena pada algoritma IDA\* kadang mengulang langkah yang sama.[13].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Dwiysn Yogaswara dan Suhartono (2021) dengan judul Perbandingan Algoritma A-Star dan Dijkstra pada Pencarian Jalur Evakuasi Tsunami Terpendek Menuju Shalter

di Kabupaten Bantul Berbasis Aplikasi Android. Pada penelitian ini dilakukan dengan jenis pengujian black box yang hanya menguji fungsionalitas dari perangkat lunak. Kemudian dilakukan perbandingan dengan hasil bahwa, Algoritma A-Star menghasilkan rata-rata lama eksekusi selama 0.14 detik lebih cepat dibandingkan dengan jumlah rata-rata node yang lebih sedikit dibandingkan dengan algoritma Dijkstra[14].

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Rasita Natasya Br Sitepu dan I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra pada tahun 2022 yang berjudul Penentuan Rute Terpendek Menggunakan Algoritma A-Star (Studi Kasus: Distributor Barang). Pada penelitian ini system penentuan rute terpendek perjalanan distributor sebuah perusahaan menggunakan algoritma A star harus dipresentasikan dengan sebuah graf. Simpul-simpul graf tersebut dapat merepresentasi titik-titik lokasi pada peta tersebut dan selanjutnya adalah representasi lintasan antar titik lokasi. Pencarian rute menggunakan Algoritma A star pada penelitian ini menggunakan pohon pencarian dan antrian prioritas Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pencarian rute terpendek harus direpresentasikan dengan sebuah graf, program dapat menghitung lintasan terpendek kemudian program dapat menampilkan rute terpendek[3].

Berdasarkan penelitian terdahulu, maka dapat disimpulkan bahwa penentuan rute terpendek menggunakan algoritma A-Star dapat dilakukan dengan tingkat keberhasilan yang besar.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

| No | Peneliti  | Judul  | Metode                | Hasil   |
|----|---|--|-----------------------|---|
| 1  | Sandy Purnama, Dyah Ayu Megawaty, Yusra Fernando  | Penerapan Algoritma A-Star (A*) Untuk Penentuan Jarak Terdekat Wisata Kuliner di Kota Bandarlampung                | Algoritma A-Star (A*) | Hasil pengujian pada black box terhadap aplikasi pencarian rute menghasilkan kriteria yang baik dengan presentase sebesar 100%. Sedangkan pengujian black box pada algoritma secara manual dan aplikasi yang dibuat mendapat hasil yang valid.  |
| 2  | Purwo Hadi Septyo Widodo  | Pencarian Rute Terdekat untuk Menentukan Lokasi Rumah Ibadah Pura di Kabupaten Blitar Menggunakan Algoritma A Star | Algoritma A-Star (A*) | Pengujian aplikasi pencarian rute berjalan dengan baik dengan hasil pengujian bahwa 21.43% user menyatakan cukup, 60.71% user menyatakan baik dan 17.86% user menyatakan sangat baik.   |
| 3  | Dedy Hermanto dan Sepri Dermawan  | Penerapan Algoritma A-Star Sebagai Pencarian Rute Terpendek pada Robot Hexapod                                     | Algoritma A-Star (A*) | Hasil dari pengujian ini algoritma A Star dapat diterapkan dalam robot hexapod dengan menghasilkan jalur terpendek mencapai titik tujuan dengan tidak terhadang oleh hambatan arena dan hasil rata-rata capaian menuju titik tujuan tingkat kesalahan paling rendah 1 grid dan 3 grid paling besar.       |
| 4  | Mirza Ali Arsyad, Didi Supriyadi, Veronica Anggie, Lidiya Nur Hidayah, Deny Putri Pratiwi | Penerapan Algoritma A-Star Untuk Pencarian Rute Terpendek Puskesmas Rawat Inap Di Banyumas                         | Algoritma A-Star (A*) | Hasil dari pencarian rute terpendek pada Puskesmas di Banyumas menghasilkan tingkat keberhasilan yang sangat tinggi. Dengan membandingkan kedua jalur menghasilkan pencarian menggunakan Algoritma A Star akan lebih cepat dalam proses pencarian jalur terpendek dibandingkan dengan algoritma Dijkstra. |

| No | Peneliti   | Judul   | Metode   | Hasil   |
|----|--|---|--|---|
| 5  | Puguh Riawang, Mamika Ujianita dan Irwansyah                   | Perbandingan Algoritma A* (A Star) dan IDA* (Interatif Deepining A*) pada Permainan Sliding Puzzle  | Algoritma A-Star (A*) dan Algoritma IDA*(Interatif Deepining A*) | Dari penelitian ini didapat hasil bahwa algoritma A* lebih efisien dibandingkan dengan Algoritma IDA* karena pada algoritma IDA* kadang mengulang langkah yang sama.  |
| 6  | Dwiyana Yogaswara dan Suhartono                                | Perbandingan Algoritma A-Star dan Dijkstra pada Pencarian Jalur Evakuasi Tsunami Terpendek Menuju Shalter di Kabupaten Bantul Berbasis Aplikasi Android | Algoritma A-Star (A*) dan Algoritma Dijkstra                     | Hasil perbandingan algoritma A Star dan Algoritma Dijkstra pada pencarian jalur terpendek menuju shalter tsunami menunjukkan bahwa Algoritma A-Star menghasilkan rata-rata lama eksekusi 0.14 detik lebih cepat dibandingkan dengan algoritma Dijkstra. |
| 7  | Rasita Natasya Br Sitepu dan I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra | Penentuan Rute Terpendek Menggunakan Algoritma A Star (Studi Kasus: Distributor Barang)   | Algoritma A-Star (A*)  | Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pencarian rute terpendek harus direpresentasikan dengan sebuah graf, program dapat menghitung lintasan terpendek kemudian program dapat menampilkan rute terpendek.   |

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Algoritma A-Star (A\*)

Algoritma A-Star merupakan salah satu algoritma yang digunakan untuk mencari rute terpendek dengan menggunakan biaya paling rendah untuk mencapai sebuah simpul. Algoritma A-Star gabungan antara algoritma pencarian uniform cost dan greedy-Best First, yang merupakan algoritma yang digunakan secara langsung dalam graph traversal dan penemuan jalur serta proses perencanaan jalur secara efisien yang bisa dilewati di sekitar titik-titik yang disebut node[11].

Secara matematis Algoritma A-Star mengevaluasi terhadap node-n dengan menggabungkan  $g(n)$ , yang merupakan biaya untuk mencapai node, dan  $h(n)$  adalah biaya yang diperlukan untuk mencapai node. Algoritma A-Star menyeimbangkan kedua nilai dalam mencari jalur dari node awal ke node goal[15]. Dalam menentukan node yang akan dikembangkan, algoritma A-Star akan memilih node dengan persamaan (1).

$$f(n) = g(n) + h(n) \quad (1)$$

Keterangan:

1.  $f(n)$  = fungsi evaluasi (solusi biaya estimasi termurah node n untuk mencapai tujuan)
2.  $g(n)$  = jarak total dari posisi awal ke posisi sekarang
3.  $h(n)$  = fungsi heuristik (semakin tinggi keakuratan heuristik, semakin cepat dan baik lokasi tujuan ditemukan dan dengan tingkat keakuratan yang lebih baik)

Pada pemilihan jalur terpendek dapat langsung diketahui simpul berikutnya dengan cost terkecil sampai mencapai tujuan tanpa Kembali ke simpul yang sudah dikunjungi.

Algoritma A\* (A-Star), membutuhkan 2 antrian, diantaranya yaitu: