

Implementasi Algoritma *Priority Queue* dalam Antrian Pasien di Puskesmas Paruga Kota Bima

**Sri Nurfatun¹, Teguh Ansyor Lorosae², Siti Mutmainah³, Rasti Aulia⁴,
Mawardatunnisa⁵, Maemuna⁶**

Universitas Muhammadiyah Bima, Kota Bima

Email Coresponden: Nurfatun197@gmail.com

Abstrak

Puskesmas sebagai fasilitas layanan kesehatan tingkat pertama menghadapi tantangan dalam mengelola antrian pasien yang jumlahnya terus meningkat setiap tahun. Sistem antrian konvensional yang berbasis First In First Out (FIFO) tidak mempertimbangkan tingkat kegawatan medis pasien, sehingga pasien dengan kondisi darurat berpotensi terlambat mendapatkan penanganan meskipun kondisinya memerlukan perhatian segera. Kegiatan ini bertujuan untuk merancang dan menerapkan algoritma Priority Queue pada aplikasi antrian pasien di Puskesmas sebagai bentuk kontribusi teknologi tepat guna bagi peningkatan mutu pelayanan kesehatan primer, dengan memanfaatkan bahasa pemrograman C++. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan pengembangan perangkat lunak (applied development) yang dilaksanakan melalui tahapan analisis kebutuhan mitra, perancangan algoritma, implementasi program, pengujian black-box, hingga evaluasi kebermanfaatan sistem. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa algoritma Priority Queue mampu mengatur antrian pasien berdasarkan empat tingkat prioritas, yaitu darurat, lansia, peserta BPJS, dan umum, secara konsisten dan efisien. Sistem yang dibangun mencakup empat poli layanan, yaitu Umum, Gigi, Anak, dan KIA, dengan fitur pendaftaran, pemanggilan, dan pemantauan antrian secara real-time. Pengujian black-box terhadap tujuh skenario fungsional menunjukkan seluruh skenario berjalan sesuai spesifikasi yang direncanakan. Penerapan algoritma Priority Queue terbukti mampu meningkatkan responsivitas sistem antrian terhadap kebutuhan medis pasien dibandingkan dengan sistem FIFO konvensional, sekaligus memberikan gambaran manfaat praktis penerapan struktur data prioritas bagi optimalisasi layanan kesehatan primer di tingkat masyarakat.

Kata kunci : Algoritma Priority Queue, Antrian Pasien, Puskemas, C++, Pengabdian Teknologi Kesehatan

PENDAHULUAN

Puskesmas atau Pusat Kesehatan Masyarakat merupakan fasilitas pelayanan kesehatan tingkat pertama yang menjadi ujung tombak sistem kesehatan nasional. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2019, puskesmas memiliki fungsi strategis dalam menyelenggarakan upaya kesehatan masyarakat sekaligus upaya kesehatan perseorangan tingkat pertama secara paripurna. Kebijakan transformasi layanan primer yang digulirkan Kementerian Kesehatan RI belakangan ini juga menegaskan bahwa penguatan puskesmas melalui digitalisasi layanan menjadi salah satu prioritas nasional dalam rangka mendekatkan pelayanan kesehatan berkualitas kepada masyarakat, tidak terkecuali bagi puskesmas berskala kota seperti Puskesmas Paruga yang berada di Kota Bima. Salah satu indikator mutu layanan kesehatan yang paling mudah dirasakan langsung oleh masyarakat adalah lama waktu tunggu pasien. Standar waktu tunggu pelayanan rawat jalan yang ditetapkan

pemerintah adalah maksimal 60 menit, namun dalam praktiknya waktu tunggu di banyak puskesmas kota masih jauh melampaui angka tersebut, bahkan dapat mencapai lebih dari 90 menit pada jam-jam sibuk (Azmi et al., 2024). Kondisi serupa juga teramati pada observasi awal yang dilakukan tim pengabdian di Puskesmas Paruga, Kota Bima, yaitu puskesmas dengan volume kunjungan yang tergolong tinggi mengingat posisinya yang strategis di kawasan perkotaan dan cakupan pelayanannya terhadap beberapa kelurahan di sekitarnya. Penumpukan pasien pada jam pelayanan pagi, terutama di Poli Umum, menjadi hal yang lumrah dijumpai, sementara pencatatan dan pemanggilan pasien di puskesmas tersebut masih dikerjakan secara manual berdasarkan urutan kedatangan.

Sistem antrian FIFO (First In First Out) yang diterapkan di Puskesmas Paruga, sebagaimana lazimnya fasilitas kesehatan primer lain, bekerja dengan prinsip siapa datang lebih dulu, dilayani lebih dulu, tanpa mempertimbangkan tingkat kegawatan medis pasien. Kelemahan mendasar dari pendekatan ini adalah tidak adanya mekanisme yang membedakan antara pasien dengan kondisi mengancam jiwa dan pasien dengan keluhan ringan. Akibatnya, pasien lanjut usia, ibu hamil, anak-anak, maupun pasien dalam kondisi gawat darurat yang datang berobat ke Puskesmas Paruga berisiko menunggu dalam waktu yang sama dengan pasien umum, padahal secara medis mereka semestinya mendapat prioritas penanganan yang lebih cepat. Di sisi lain, upaya digitalisasi pelayanan kesehatan primer di Indonesia terus berkembang, mulai dari sistem informasi manajemen puskesmas hingga aplikasi antrian berbasis web dan mobile. Harmi (2023) mengungkapkan bahwa inovasi digital di puskesmas mampu memberikan dampak positif terhadap efisiensi layanan, meskipun implementasinya masih menghadapi kendala kesiapan infrastruktur dan sumber daya manusia. Beberapa kegiatan pengabdian masyarakat juga telah difokuskan pada penerapan sistem antrian digital di puskesmas, misalnya penerapan metode queue berbasis website oleh Ardimansyah dkk. (2023) di Puskesmas Antang, serta pengembangan sistem layanan antrian digital oleh Jayanto dan Fachruddin (2024) di UPT Puskesmas Durian Luncuk. Sayangnya, sebagian besar sistem antrian digital yang dikembangkan pada kegiatan-kegiatan tersebut masih menerapkan disiplin antrian linear atau FIFO, sehingga belum mengakomodasi kebutuhan prioritas medis secara eksplisit, dan pola penerapan yang mengintegrasikan prioritas medis pun belum ditemukan di Puskesmas Paruga sendiri.

Kesenjangan inilah yang mendasari perlunya sebuah solusi teknologi tepat guna yang tidak hanya mendigitalkan proses antrian di Puskesmas Paruga, tetapi juga mengintegrasikan logika prioritas medis ke dalam mekanisme pengurutan pasien. Algoritma Priority Queue menawarkan solusi atas persoalan tersebut, karena secara alamiah dirancang untuk memproses elemen berdasarkan tingkat kepentingan, bukan semata-mata berdasarkan urutan kedatangan (Cormen et al., 2022). Dengan menerapkan algoritma ini, sistem antrian di Puskesmas Paruga dapat secara otomatis mendahulukan pasien yang kondisinya lebih mendesak, tanpa mengabaikan hak pasien lain untuk tetap dilayani sesuai gilirannya. Kegiatan ini dilaksanakan sebagai bentuk pengabdian di bidang penerapan teknologi informasi bagi peningkatan mutu layanan kesehatan primer, dengan Puskesmas Paruga, Kota Bima, sebagai mitra sasaran yang diharapkan memperoleh solusi sistem antrian yang lebih terstruktur, efisien, dan responsif

terhadap kebutuhan medis pasiennya. Kontribusi dari kegiatan ini meliputi: (1) pengembangan aplikasi antrian berbasis algoritma Priority Queue yang dapat diadopsi langsung oleh Puskesmas Paruga dengan sumber daya komputasi terbatas, (2) implementasi empat tingkat prioritas pasien, yaitu darurat, lansia, peserta BPJS, dan umum, pada empat poli layanan sekaligus, dan (3) penyediaan fitur pemantauan antrian secara real-time yang dapat membantu petugas dalam pengambilan keputusan operasional sehari-hari

METODE PELAKSANAAN

Khalayak sasaran dari kegiatan ini adalah petugas pendaftaran dan pelayanan di Puskesmas Paruga, Kota Bima, yang berperan langsung dalam pengelolaan antrian pasien harian. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada kondisi yang ditemukan di puskesmas tersebut, yaitu tingginya volume kunjungan pasien setiap harinya sementara sistem antrian yang digunakan masih bersifat manual atau berbasis FIFO sederhana. Melalui kegiatan ini, petugas Puskesmas Paruga diharapkan dapat memperoleh gambaran konkret mengenai penerapan teknologi antrian berbasis prioritas yang dapat diadopsi untuk mendukung operasional pelayanan sehari-hari. Kegiatan ini merupakan kegiatan pengembangan terapan (applied development) yang menghasilkan luaran berupa perangkat lunak sistem antrian berbasis algoritma Priority Queue. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan pengembangan perangkat lunak yang mengadaptasi model waterfall, yaitu metode pengembangan sistematis dan terstruktur yang terdiri atas tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian (Pressman & Maxim, 2020). Model waterfall dipilih karena kebutuhan fungsional sistem antrian puskesmas relatif jelas dan tidak mengalami banyak perubahan mendasar selama proses pengembangan, sehingga pendekatan yang linear dan terstruktur dinilai lebih efisien dibandingkan model pengembangan iteratif yang lebih kompleks. Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem antrian puskesmas melalui observasi terhadap alur pelayanan yang berlaku umum, mencakup identifikasi poli-poli layanan, penentuan kategori prioritas pasien yang relevan dengan kondisi lokal, alur proses pendaftaran dan pemanggilan pasien, serta kebutuhan informasi yang perlu ditampilkan kepada petugas maupun pasien.

Pada tahap ini dilakukan perancangan algoritma Priority Queue yang akan diimplementasikan, mencakup perancangan struktur data pasien yang terdiri atas nomor antrian, nama, nomor rekam medis, nomor BPJS, dan tingkat prioritas, perancangan fungsi-fungsi utama sistem berupa pendaftaran, pemanggilan, dan pemantauan antrian, serta perancangan antarmuka pengguna berbasis console yang sederhana dan mudah dioperasikan oleh petugas dengan latar belakang teknis yang beragam. Implementasi dilakukan menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan memanfaatkan Standard Template Library, khususnya container `priority_queue`. Tahap ini mencakup pembuatan struct Pasien untuk menyimpan informasi pasien, implementasi struct Bandingkan sebagai fungsi komparator penentu urutan prioritas, serta pengembangan fungsi pendaftaran, pemanggilan, dan pemantauan antrian yang saling terintegrasi dalam satu program utama. Pengujian sistem dilakukan dengan metode black-box testing untuk memverifikasi fungsionalitas sistem sesuai dengan spesifikasi kebutuhan yang telah dirumuskan pada tahap analisis. Evaluasi mencakup

pengujian fungsi pendaftaran pasien dengan berbagai tingkat prioritas, pengujian fungsi pemanggilan untuk memastikan pasien prioritas tertinggi dipanggil lebih dahulu, pengujian integritas data antrian, serta pengujian penanganan kondisi khusus seperti antrian kosong.

Tahap akhir kegiatan berupa penyampaian hasil pengembangan sistem beserta gambaran manfaatnya kepada pihak puskesmas sebagai mitra sasaran, disertai evaluasi terhadap potensi penerapan sistem pada kondisi operasional nyata. Evaluasi pada tahap ini difokuskan pada aspek kesesuaian sistem terhadap kebutuhan lapangan, potensi peningkatan efisiensi pelayanan, serta identifikasi kebutuhan pengembangan lanjutan sebelum sistem dapat diadopsi secara penuh oleh puskesmas. Sistem yang dikembangkan memiliki spesifikasi sebagai berikut. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah C++ dengan standar C++11 atau yang lebih tinggi, menggunakan compiler GNU G++ atau Microsoft Visual C++. Struktur data utama yang digunakan adalah Priority Queue dari C++ Standard Template Library. Sistem melayani empat poli, yaitu Poli Umum, Poli Gigi, Poli Anak, dan Poli KIA, dengan empat tingkat prioritas yang terdiri atas prioritas 1 untuk kategori Darurat, prioritas 2 untuk kategori Lansia, prioritas 3 untuk kategori BPJS, dan prioritas 4 untuk kategori Umum. Antarmuka sistem berbasis console dengan menu interaktif yang dirancang agar mudah dioperasikan tanpa memerlukan pelatihan teknis yang kompleks.

Algoritma Priority Queue dirancang menggunakan min-heap sebagai struktur data internal, dengan ketentuan bahwa nilai prioritas yang lebih kecil merepresentasikan tingkat kepentingan yang lebih tinggi. Dalam implementasi ini, pasien dengan prioritas 1 (Darurat) memiliki kepentingan tertinggi dan akan dilayani lebih dahulu, diikuti oleh Lansia dengan prioritas 2, BPJS dengan prioritas 3, dan Umum dengan prioritas 4. Fungsi komparator diimplementasikan melalui struct `Bandingkan` yang membandingkan nilai prioritas antara dua objek pasien. Fungsi ini mengembalikan nilai `true` apabila prioritas pasien pertama lebih besar dari prioritas pasien kedua, sehingga pasien dengan nilai prioritas lebih kecil akan berada di posisi teratas heap. Apabila dua pasien memiliki nilai prioritas yang sama, urutan pelayanan ditentukan berdasarkan waktu pendaftaran, sehingga prinsip keadilan antar pasien dengan tingkat kepentingan setara tetap terjaga.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Struktur Data

Implementasi sistem dimulai dengan mendefinisikan struktur data Pasien yang merepresentasikan informasi setiap pasien dalam antrian. Struktur ini mencakup lima atribut utama, yaitu nomor antrian (`noAntrian`), nama pasien (`nama`), nomor BPJS (`bpjs`), nomor rekam medis (`rm`), dan tingkat prioritas (`prioritas`). Penggunaan struct dalam C++ memungkinkan pengelompokan data yang saling terkait ke dalam satu entitas yang kohesif, sehingga memudahkan proses manipulasi data pada tahap implementasi fungsi-fungsi berikutnya. Fungsi komparator diimplementasikan dengan mengoverload operator() yang menerima dua objek Pasien sebagai parameter. Fungsi ini membandingkan nilai prioritas kedua pasien, di mana ekspresi `a.prioritas > b.prioritas` menghasilkan struktur min-heap, sehingga pasien dengan nilai prioritas lebih kecil, yang berarti tingkat kepentingannya lebih tinggi, akan selalu berada pada posisi root heap. Pendekatan ini konsisten dengan kebutuhan pelayanan

kesehatan, di mana pasien darurat (prioritas = 1) harus dilayani sebelum pasien umum (prioritas = 4), sebagaimana ditunjukkan pada potongan kode berikut.

```
struct Pasien {string noAntrian, nama, bpjs, rm;int prioritas; // 1=Darurat, 2=Lansia, 3=BPJS,
    4=Umum};struct Bandingkan {bool operator()(Pasien a, Pasien b) {return a.prioritas
    >b.prioritas; // min-heap}};priority_queue<Pasien, vector<Pasien>, Bandingkan> qUmum;
```

Gambar 1. Struktur data Pasien dan fungsi komparator Priority Queue

Hasil implementasi menunjukkan bahwa struktur data yang dirancang mampu menampung seluruh informasi yang diperlukan dan bekerja dengan baik ketika diintegrasikan ke dalam `priority_queue`. Operasi penyisipan dan penghapusan elemen dapat dilakukan secara efisien, dan sistem mampu dengan cepat mengidentifikasi pasien dengan prioritas tertinggi yang harus dilayani berikutnya tanpa memerlukan proses pencarian tambahan.

Implementasi Fungsi Sistem

Sistem mengimplementasikan empat fungsi utama yang membentuk alur kerja aplikasi antrian puskesmas, yaitu fungsi pendaftaran, fungsi pemanggilan, fungsi pemantauan, dan fungsi utama (main) yang mengatur menu interaktif secara keseluruhan.

Fungsi Pendaftaran (daftar)

Fungsi ini menangani proses pendaftaran pasien baru ke dalam antrian pada poli yang dipilih. Setiap poli layanan memiliki `priority_queue` tersendiri beserta counter nomor antrian yang independen, sehingga pengelolaan antrian antarpoli tidak saling memengaruhi. Nomor antrian dibuat secara otomatis melalui fungsi `buatNomor()` yang mengombinasikan kode poli dengan counter berformat tiga digit, misalnya A001 untuk pasien pertama di Poli Umum. Untuk pasien dengan prioritas BPJS, sistem turut meminta input nomor BPJS sebagai bagian dari verifikasi kepesertaan jaminan kesehatan nasional.

Fungsi Pemanggilan (panggil)

Fungsi ini bertanggung jawab mengambil dan memproses pasien dengan prioritas tertinggi dari antrian melalui dua metode utama, yaitu `top()` untuk membaca data pasien di posisi teratas tanpa menghapusnya, dan `pop()` untuk menghapus pasien tersebut setelah data berhasil dibaca. Mekanisme dua tahap ini penting untuk menjaga integritas data, karena apabila terjadi kegagalan pada proses pembacaan, data pasien tetap berada dalam antrian dan dapat diproses ulang tanpa risiko kehilangan informasi. Sistem turut menampilkan notifikasi audio sederhana berupa karakter bell untuk menarik perhatian petugas saat pasien dipanggil.

Fungsi Pemantauan (tampilkan)

Fungsi ini memungkinkan petugas melihat daftar antrian aktif pada suatu poli tanpa memengaruhi isi antrian yang sesungguhnya. Implementasi menggunakan teknik `pass-by-value` pada parameter `priority_queue`, sehingga fungsi bekerja dengan salinan antrian dan antrian asli tetap utuh setelah proses pemantauan selesai dilakukan.

Fungsi Utama (main)

Fungsi utama mengimplementasikan menu interaktif berbasis perulangan yang menyediakan empat pilihan, yaitu pendaftaran antrian, pemanggilan pasien, pemantauan antrian, dan keluar dari program. Struktur `switch-case` digunakan untuk menangani setiap pilihan menu, sehingga alur kontrol program menjadi lebih jelas dan mudah dipelihara untuk

pengembangan selanjutnya.

Analisis Kompleksitas Algoritma

Analisis kompleksitas waktu terhadap implementasi Priority Queue menunjukkan tingkat efisiensi yang baik untuk operasi-operasi kritis dalam sistem antrian, sebagaimana dirangkum pada Tabel 1.

Operasi	Kompleksitas Waktu	Keterangan
Push (insert)	$O(\log n)$	Proses heapify-up dijalankan setelah elemen baru dimasukkan ke dalam heap
Pop (delete-min)	$O(\log n)$	Proses heapify-down dijalankan setelah elemen teratas dihapus dari heap
Top (find-min)	$O(1)$	Elemen dengan prioritas tertinggi selalu berada pada posisi root heap

Tabel 1. Analisis Kompleksitas Operasi Priority Queue

Kompleksitas ruang sistem secara keseluruhan dapat dinyatakan sebagai $O(m \times n)$, dengan m merepresentasikan jumlah poli layanan (empat poli) dan n merepresentasikan rata-rata jumlah pasien dalam antrian per poli. Penggunaan empat priority_queue independen memungkinkan setiap poli beroperasi secara paralel tanpa saling mengganggu, meskipun pendekatan ini menimbulkan duplikasi struktur data pada tingkat implementasi. Dari sisi performa praktis, bahkan pada skenario antrian dengan seribu pasien per poli, operasi penyisipan dan penghapusan hanya memerlukan sekitar sepuluh langkah perbandingan karena $\log_2(1000)$ mendekati 10, sehingga sistem tetap responsif pada kondisi kunjungan pasien yang tinggi sekalipun.

Hasil Pengujian Black-Box Testing

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode black-box testing dengan menguji fungsionalitas sistem berdasarkan spesifikasi kebutuhan yang telah dirumuskan pada tahap analisis. Tabel 2 menyajikan rangkuman hasil pengujian terhadap tujuh skenario uji yang mewakili fungsi-fungsi utama sistem.

No	Skenario Uji	Input	Hasil yang Diperoleh
1	Pendaftaran pasien darurat	Prioritas = 1, nama = Budi, RM = 001	Pasien terdaftar dengan nomor antrian A001 pada kategori Darurat (sesuai harapan)
2	Pendaftaran pasien lansia	Prioritas = 2, nama = Siti, RM = 002	Pasien terdaftar dengan nomor antrian A002 pada kategori Lansia (sesuai harapan)
3	Pendaftaran pasien BPJS	Prioritas = 3, nama = Andi, BPJS = 0001234	Pasien terdaftar dengan nomor BPJS tercatat pada kategori BPJS (sesuai harapan)
4	Pendaftaran pasien umum	Prioritas = 4, nama = Rini,	Pasien terdaftar dengan nomor

		RM = 004	antrian A004 pada kategori Umum (sesuai harapan)
5	Pemanggilan berdasarkan prioritas	Antrian berisi kombinasi pasien darurat dan umum	Pasien berkategori darurat dipanggil lebih dahulu meskipun mendaftar belakangan (sesuai harapan)
6	Monitoring antrian aktif	Memilih menu lihat antrian pada salah satu poli	Daftar antrian ditampilkan sesuai urutan prioritas tanpa mengubah isi antrian asli (sesuai harapan)
7	Pemanggilan pada antrian kosong	Antrian kosong, memilih menu panggil pasien	Sistem menampilkan notifikasi bahwa antrian kosong tanpa terjadi error (sesuai harapan)

Tabel 2. Hasil Pengujian Black-Box Testing

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh tujuh skenario uji berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan, atau dengan kata lain mencapai tingkat keberhasilan seratus persen. Sistem berhasil memvalidasi seluruh fungsionalitas utama, mencakup pendaftaran pasien dengan berbagai tingkat prioritas, pemanggilan pasien sesuai urutan prioritas, pemantauan antrian, serta penanganan kondisi khusus berupa antrian kosong tanpa menimbulkan kesalahan program.

Evaluasi Kebermanfaatan bagi Mitra Puskesmas

Sebagai bagian dari kegiatan pengabdian, evaluasi tidak hanya difokuskan pada aspek teknis fungsionalitas sistem, tetapi juga pada potensi kebermanfaatannya bagi mitra sasaran. Berdasarkan simulasi penggunaan sistem, terdapat beberapa manfaat potensial yang dapat dirasakan oleh puskesmas. Pertama, sistem memungkinkan petugas mengalokasikan perhatian kepada pasien darurat tanpa perlu melakukan penyesuaian urutan antrian secara manual, yang selama ini rawan menimbulkan kesalahan maupun keluhan dari pasien lain. Kedua, pemisahan antrian per poli memudahkan koordinasi antarunit layanan tanpa perlu sistem terpusat yang kompleks, sehingga relatif mudah diadopsi oleh puskesmas dengan sumber daya teknologi informasi yang terbatas. Ketiga, sifat aplikasi yang ringan dan berbasis console memungkinkan sistem dijalankan pada perangkat komputer dengan spesifikasi minimal yang umumnya sudah tersedia di ruang pendaftaran puskesmas, sehingga tidak menimbulkan beban investasi perangkat keras tambahan. Keempat, transparansi mekanisme prioritas yang diterapkan berpotensi meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap keadilan proses pelayanan, karena urutan pemanggilan pasien dapat dijelaskan secara objektif berdasarkan kategori medis yang telah ditetapkan, bukan berdasarkan faktor subjektif petugas semata. Evaluasi awal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki kelayakan teknis maupun kesesuaian kebutuhan untuk diperkenalkan lebih lanjut kepada mitra puskesmas sebagai bagian dari upaya penguatan pelayanan kesehatan primer berbasis teknologi tepat guna.

Kelebihan dan Keterbatasan Sistem

Sistem yang dikembangkan memiliki sejumlah kelebihan. Pertama, implementasi Priority Queue memastikan pasien dengan prioritas tinggi selalu dilayani lebih dahulu sesuai prinsip triage medis, sehingga selaras dengan tujuan keselamatan pasien. Kedua, pemisahan antrian per poli memungkinkan pengelolaan yang independen dan efisien tanpa menimbulkan bottleneck antarunit layanan. Ketiga, penggunaan C++ STL menghasilkan kode yang ringkas, andal, dan relatif mudah dipelihara karena struktur data heap telah teroptimasi oleh pustaka standar. Keempat, sistem mampu menangani empat kategori prioritas yang telah disesuaikan dengan karakteristik pelayanan kesehatan primer di Indonesia. Kelima, antarmuka console yang sederhana memudahkan proses adopsi pada perangkat dengan spesifikasi minimal. Meskipun demikian, sistem ini masih memiliki sejumlah keterbatasan yang perlu menjadi perhatian pada pengembangan lanjutan. Pertama, sistem bersifat single-user dan belum mendukung akses konkuren dari beberapa terminal sekaligus, sehingga kurang ideal diterapkan pada puskesmas dengan banyak loket pendaftaran. Kedua, data antrian bersifat volatile karena belum tersedia mekanisme persistensi data ke basis data atau berkas eksternal, sehingga data akan hilang apabila program dihentikan atau mengalami gangguan. Ketiga, antarmuka berbasis console masih kurang ramah pengguna dibandingkan antarmuka grafis modern. Keempat, sistem belum dilengkapi mekanisme autentikasi dan otorisasi pengguna. Kelima, sistem belum terintegrasi dengan sistem informasi manajemen puskesmas yang lebih luas, seperti rekam medis elektronik maupun sistem pembayaran.

Implikasi bagi Pelayanan Kesehatan Primer

Implementasi algoritma Priority Queue dalam sistem antrian puskesmas membawa sejumlah implikasi positif terhadap kualitas pelayanan kesehatan primer. Pertama dan yang paling mendasar, sistem memastikan bahwa pasien dengan kondisi medis mendesak memperoleh prioritas penanganan, sejalan dengan prinsip keselamatan pasien yang menjadi landasan etik pelayanan kesehatan. Kedua, kategorisasi prioritas yang jelas memberikan transparansi kepada seluruh pasien mengenai mekanisme pengaturan antrian, sehingga berpotensi mengurangi kesalahpahaman maupun ketidakpuasan yang kerap timbul pada sistem antrian manual yang rawan bersifat subjektif. Ketiga, sistem antrian yang terkomputerisasi turut mengurangi potensi konflik antarpasien karena keputusan urutan pelayanan menjadi objektif dan konsisten, tidak lagi bergantung pada penilaian sepihak petugas di lapangan. Keempat, fitur pemantauan antrian secara real-time memungkinkan manajemen puskesmas mengidentifikasi titik-titik penumpukan pasien pada poli tertentu, sehingga dapat menjadi dasar pengambilan keputusan dalam penyesuaian alokasi sumber daya, misalnya penambahan tenaga medis pada poli dengan volume kunjungan tinggi. Kelima, sejalan dengan agenda transformasi layanan kesehatan primer yang didorong Kementerian Kesehatan RI, kegiatan ini menunjukkan bahwa solusi teknologi sederhana dan berbiaya rendah tetap dapat memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan mutu pelayanan kesehatan di tingkat masyarakat, tanpa harus bergantung pada sistem informasi berskala besar yang kompleks.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan ini berhasil merancang dan menerapkan algoritma Priority Queue pada

aplikasi antrian pasien di puskesmas menggunakan bahasa pemrograman C++ sebagai bentuk kontribusi teknologi tepat guna bagi peningkatan mutu layanan kesehatan primer. Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut. Algoritma Priority Queue terbukti efektif mengelola antrian pasien berdasarkan empat tingkat prioritas, yaitu darurat, lansia, BPJS, dan umum, dengan kompleksitas operasi $O(\log n)$ untuk push dan pop, serta $O(1)$ untuk top, sehingga sistem tetap responsif meskipun volume antrian bertambah. Hasil pengujian black-box testing menunjukkan seluruh tujuh skenario uji berjalan sesuai spesifikasi dengan tingkat keberhasilan seratus persen, membuktikan bahwa sistem berfungsi dengan baik dan andal untuk digunakan pada kondisi operasional yang disimulasikan.

Sistem yang dikembangkan mencakup empat poli layanan dengan fitur pendaftaran, pemanggilan, dan pemantauan antrian secara real-time yang berpotensi membantu meningkatkan efisiensi pelayanan sekaligus transparansi proses antrian di puskesmas. Evaluasi kebermanfaatan menunjukkan bahwa sistem memiliki kesesuaian dengan kebutuhan mitra puskesmas, khususnya dari sisi kemudahan adopsi pada perangkat dengan spesifikasi minimal dan potensi peningkatan kepercayaan masyarakat terhadap keadilan proses pelayanan. Keterbatasan utama sistem saat ini terletak pada belum adanya antarmuka grafis, mekanisme persistensi data, dukungan multi-pengguna, serta integrasi dengan sistem informasi puskesmas yang lebih luas, sehingga membuka peluang pengembangan lanjutan di masa mendatang. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan agar kegiatan lanjutan difokuskan pada penambahan mekanisme persistensi data melalui basis data, pengembangan antarmuka grafis yang lebih ramah pengguna, penambahan fitur multi-pengguna dengan mekanisme autentikasi, integrasi dengan rekam medis elektronik, serta uji coba implementasi langsung di lingkungan puskesmas mitra guna memperoleh umpan balik dari pengguna sesungguhnya sebelum sistem diadopsi secara luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Bima atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan kegiatan ini. Terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing serta rekan-rekan mahasiswa yang telah memberikan masukan konstruktif dalam penyusunan naskah ini, serta kepada pihak puskesmas yang telah memberikan informasi dan gambaran kebutuhan terkait pengelolaan antrian pasien sehari-hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardimansyah, Syamsuddin, M., Rahman, B., Al As Bunni, & Syam, A. (2023). Perancangan sistem informasi antrian pasien puskesmas berbasis website menggunakan metode queue (Studi kasus: Puskesmas Antang). *SISITI: Seminar Ilmiah Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, 12(1), 533–539.
- Aryandi, J. A., Nugraha, M. A., Basith, Y. A. A., Pratama, M. F., Pradeka, D., & Anggraini, D. (2023). Implementasi algoritma queue untuk menentukan prioritas pelayanan umum di rumah sakit. *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, 7(2), 218–228.
- Azmi, Febrina, W., Hafrida, E., Mesra, T., & Fitra, F. (2024). Analisa antrian pelayanan kesehatan pada poli umum Puskesmas X Kota Dumai dengan simulasi Promodel. *Jurnal Perangkat Lunak*, 6(3),

- 362–369.
- Cahyono, D. E. (2022). Perancangan sistem informasi antrian pasien di UPT Puskesmas Kaligesing. *Jurnal Ekonomi dan Teknik Informatika*, 9(2), 76–81.
- Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2022). *Introduction to algorithms* (4th ed.). MIT Press.
- Gross, D., Shortle, J. F., Thompson, J. M., & Harris, C. M. (2018). *Fundamentals of queueing theory* (4th ed.). Wiley.
- Gunawan, R., Yuana, H., & Kirom, S. (2023). Implementasi metode queue pada sistem antrian online berbasis web studi kasus UPTD Puskesmas Sananwetan. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(3), 1538–1545.
- Harmi, O. (2023). Transformasi digital di bidang kesehatan: Analisis dampak inovasi digital di puskesmas Kabupaten Bogor tahun 2022. *BINA: Jurnal Pembangunan Daerah*, 1(2), 220–234.
- Jayanto, A., & Fachruddin, F. (2024). Pengembangan sistem informasi layanan antrian digital pada UPT Puskesmas Durian Luncuk. *Jurnal Manajemen Sistem Informasi*, 9(1), 118–128.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2019). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2019 tentang Pusat Kesehatan Masyarakat*. Kementerian Kesehatan RI.
- Mackway-Jones, K., Marsden, J., & Windle, J. (2014). *Emergency triage: Manchester triage group* (3rd ed.). Wiley-Blackwell.
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020). *Software engineering: A practitioner's approach* (9th ed.). McGraw-Hill Education.
- Stroustrup, B. (2022). *A tour of C++* (3rd ed.). Addison-Wesley Professional.
- Weiss, M. A. (2014). *Data structures and algorithm analysis in C++* (4th ed.). Pearson.