

Pengembangan Sistem Operasi Real-time Untuk Aplikasi Embedded

¹⁾Ruly Setiaji, ²⁾M. Syahrul, ³⁾Ahmad Fajar, ⁴⁾Muhamad Ihsan, ⁵⁾Fried Sinlae
^{1,2,3}Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Jalan Raya Perjuangan, Jawa Barat, Indonesia

Email Corresponding: fried.sinlae@dsn.ubharajaya.ac.id*

Kata Kunci	ABSTRAK
RTOS Sistem Operasi Real-time Teknologi Performa Keandalan	<p>Pengembangan Sistem Operasi Real-time untuk Aplikasi Embedded: Sistem operasi real-time memiliki peran penting dalam mendukung aplikasi embedded yang membutuhkan waktu respons yang sangat cepat dan deterministik. Dalam industri seperti otomotif, telekomunikasi, dan manufaktur, keandalan dan ketepatan waktu adalah faktor kritis bagi keberhasilan sistem embedded. Oleh karena itu, pengabdian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem operasi real-time yang dapat memenuhi persyaratan khusus aplikasi embedded. Metodologi pengembangan yang digunakan meliputi analisis kebutuhan, perancangan arsitektur sistem operasi, implementasi kode, dan pengujian performa. Proses ini dilakukan dengan berfokus pada aspek-aspek penting seperti penjadwalan tugas, manajemen memori, dan interaksi dengan perangkat keras. Selain itu, pendekatan real-time untuk penjadwalan akan digunakan untuk memastikan kepatuhan pada batas waktu yang diberikan oleh aplikasi tertentu. Hasil pengabdian menunjukkan bahwa sistem operasi real-time yang dikembangkan dapat meningkatkan performa aplikasi embedded dengan memberikan waktu respons yang lebih cepat dan deterministik. Pengujian performa menggunakan beberapa kasus simulasi menunjukkan bahwa sistem operasi real-time ini mampu menjaga kepatuhan pada batasan waktu yang ditentukan. Selain itu, pengembangan sistem operasi ini juga menghasilkan tingkat keandalan yang tinggi, sehingga dapat diandalkan dalam pengoperasian aplikasi embedded yang kritis. Kesimpulannya, pengembangan sistem operasi real-time untuk aplikasi embedded merupakan langkah penting dalam meningkatkan keandalan dan performa sistem embedded. Pengabdian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi sistem operasi yang dapat memenuhi persyaratan waktu respons dan deterministik yang sangat dibutuhkan oleh aplikasi embedded masa depan.</p>
Keywords	ABSTRACT
RTOS Real-time Operating System Technology Performance Reliability	<p>Real-time Operating System Development for Embedded Applications: Real-time operating systems have an important role in supporting embedded applications that require very fast and deterministic response times. In industries such as automotive, telecommunications, and manufacturing, reliability and timeliness are critical factors for the success of embedded systems. Therefore, this research aims to develop a real-time operating system that can meet the special requirements of embedded applications. The development methodology used includes requirements analysis, operating system architecture design, code implementation, and performance testing. This process is carried out by focusing on important aspects such as task scheduling, memory management, and interaction with hardware. Additionally, a real-time approach to scheduling will be used to ensure compliance with deadlines given by specific applications. The research results show that the developed real-time operating system can improve the performance of embedded applications by providing faster and more deterministic response times. Performance testing using several simulation cases shows that this real-time operating system is able to maintain compliance with the specified time constraints. Apart from that, the development of this operating system also produces a high level of reliability, so that it can be relied on in the operation of critical embedded applications. In conclusion, the development of real-time operating systems for embedded applications is an important step in improving the reliability and performance of embedded systems. This research contributes to the development of operating system technology that can meet the response time and deterministic requirements that are needed by future embedded applications.</p>

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



I. PENDAHULUAN

Dalam beberapa dekade terakhir, teknologi embedded system telah mengalami perkembangan pesat, memungkinkan aplikasi yang lebih canggih dan kompleks dalam berbagai bidang, seperti otomotif, kesehatan, industri, dan telekomunikasi. Sistem operasi real-time (RTOS) memainkan peran kunci dalam aplikasi embedded, karena kemampuannya untuk memberikan respons tepat waktu dan deterministik terhadap berbagai peristiwa. RTOS dirancang untuk memastikan bahwa tugas-tugas kritis dapat dijadwalkan dan dieksekusi dalam batas waktu yang ketat, yang sangat penting untuk aplikasi yang membutuhkan keandalan dan kecepatan tinggi.

Semakin berkembangnya teknologi, aplikasi embedded telah menjadi bagian integral dari kehidupan sehari-hari kita. Contohnya adalah sistem navigasi GPS di mobil, perangkat medis, peralatan rumah tangga cerdas, dan banyak lagi. Aplikasi embedded ini seringkali membutuhkan waktu respons yang sangat cepat dan deterministik, serta keandalan yang tinggi dalam mengolah data real-time.

Pengabdian sebelumnya telah banyak mengeksplorasi berbagai aspek dari RTOS, termasuk arsitektur, mekanisme penjadwalan, dan optimasi kinerja. Misalnya, studi oleh (Haqqi and Wijayati 2023) mengevaluasi kinerja berbagai algoritma penjadwalan dalam konteks aplikasi embedded dan menemukan bahwa algoritma penjadwalan dinamis dapat memberikan kinerja yang lebih baik dibandingkan algoritma statis dalam kondisi tertentu. Selain itu, (Anggraeni et al. 2023) membahas pengembangan RTOS khusus untuk aplikasi IoT (Internet of Things) yang membutuhkan konsumsi daya rendah dan efisiensi tinggi. Meskipun penelitian ini memberikan wawasan yang berharga, ada kebutuhan yang jelas untuk pendekatan baru yang mengintegrasikan desain modular dan fleksibilitas yang lebih besar untuk mendukung beragam aplikasi embedded.

Artikel ini memperkenalkan pendekatan baru dalam pengembangan sistem operasi real-time untuk aplikasi embedded, dengan fokus pada desain modular dan fleksibel yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik dari berbagai aplikasi. Kebaruan ilmiah dari artikel ini terletak pada integrasi teknik penjadwalan adaptif dan mekanisme manajemen sumber daya yang canggih, yang memungkinkan RTOS untuk beroperasi secara efisien dalam berbagai kondisi operasional. Dengan demikian, artikel ini memberikan kontribusi baru dalam literatur dengan menawarkan solusi yang lebih efisien dan dapat disesuaikan untuk pengembangan RTOS dalam aplikasi embedded.

Sistem operasi tradisional tidak mampu memenuhi persyaratan khusus ini. Mereka cenderung tidak memprioritaskan waktu respons yang cepat dan tidak memiliki mekanisme penjadwalan yang sesuai untuk mengelola tugas-tugas real-time dengan prioritas tertinggi. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sistem operasi real-time yang dapat secara efisien menjalankan aplikasi embedded dengan kepatuhan waktu yang ketat (Anwar et al. 2023).

Pengembangan sistem operasi real-time juga penting dalam industri otomotif, telekomunikasi, manufaktur, dan sektor lainnya di mana aplikasi embedded digunakan. Keberhasilan aplikasi tersebut bergantung pada kemampuan sistem operasi untuk memberikan waktu respons yang konsisten dan terjamin. Selain itu, sistem operasi real-time juga memungkinkan integrasi yang lebih baik antara perangkat keras dan perangkat lunak, sehingga meningkatkan kinerja dan efisiensi sistem secara keseluruhan (Karimah et al. 2023).

Melihat kebutuhan yang mendesak ini, pengabdian tentang pengembangan sistem operasi real-time untuk aplikasi embedded telah menjadi fokus utama dalam bidang komputer dan teknologi informasi. Diharapkan bahwa melalui pengabdian ini, akan ada solusi yang inovatif dan efektif untuk mengatasi tantangan yang dihadapi dalam pengembangan sistem operasi real-time, sehingga dapat meningkatkan keandalan dan performa aplikasi embedded ke depannya.

Permasalahan utama yang diidentifikasi dalam pengabdian ini adalah kurangnya fleksibilitas dan efisiensi dalam sistem operasi real-time yang ada, yang sering kali tidak dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik dari berbagai aplikasi embedded. Berdasarkan permasalahan ini, hipotesis pengabdian yang diajukan adalah: "Pengembangan sistem operasi real-time yang menggabungkan desain modular dengan teknik penjadwalan adaptif dan mekanisme manajemen sumber daya yang canggih akan meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi, serta memenuhi kebutuhan spesifik dari berbagai aplikasi embedded. Dengan menguji hipotesis ini, diharapkan pengabdian ini dapat memberikan solusi praktis yang dapat diterapkan dalam pengembangan

RTOS untuk aplikasi embedded, serta memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan kinerja dan efisiensi sistem embedded di berbagai bidang.

II. MASALAH

Permasalahan yang perlu dikaji dalam pengembangan sistem operasi real-time untuk aplikasi embedded antara lain:

1. Bagaimana merancang mekanisme penjadwalan yang dapat mengatur tugas-tugas real-time dengan prioritas tertinggi secara efisien dan akurat?
2. Bagaimana mengimplementasikan mekanisme interupsi dan pembagian waktu yang optimal untuk memastikan kepatuhan waktu yang ketat pada aplikasi embedded?
3. Bagaimana meminimalkan latensi sistem operasi agar dapat memberikan waktu respons yang cepat dan deterministik pada aplikasi embedded?

III. METODE

Pengembangan RTOS embedded adalah tugas yang kompleks dan membutuhkan pemahaman yang mendalam tentang sistem operasi, aplikasi embedded, dan persyaratan waktu nyata. Oleh karena itu, penting untuk mengikuti metodologi yang sistematis untuk memastikan bahwa RTOS dikembangkan dengan benar dan memenuhi persyaratan yang dibutuhkan (Oliviera, Bare, and Ketmoen 2023).

Berikut adalah metodologi pengembangan RTOS embedded yang umum digunakan:

1. Analisis persyaratan

Tahap pertama adalah analisis persyaratan. Pada tahap ini, persyaratan dari RTOS harus didefinisikan secara jelas. Persyaratan ini harus mencakup hal-hal berikut:

- a) Persyaratan waktu nyata
- b) Sumber daya yang tersedia
- c) Kebutuhan keamanan

2. Desain

Tahap kedua adalah desain. Pada tahap ini, arsitektur dan fitur-fitur RTOS harus dirancang. Desain harus memenuhi persyaratan yang didefinisikan pada tahap analisis persyaratan.

3. Implementasi

Tahap ketiga adalah implementasi. Pada tahap ini, RTOS harus diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman yang sesuai. Implementasi harus memenuhi desain yang dibuat pada tahap desain.

4. Pengujian

Tahap keempat adalah pengujian. Pada tahap ini, RTOS harus diuji secara ekstensif untuk memastikan bahwa RTOS memenuhi persyaratan yang dibutuhkan. Pengujian dapat dilakukan dengan berbagai metode, termasuk pengujian unit, pengujian integrasi, dan pengujian sistem (Ahmad and Yamin 2023).

5. Dokumentasi

Tahap kelima adalah dokumentasi. Pada tahap ini, dokumentasi RTOS harus dibuat. Dokumentasi harus mencakup hal-hal berikut:

- a) Arsitektur RTOS
- b) Fitur-fitur RTOS
- c) Cara menggunakan RTOS

Metodologi pengembangan RTOS embedded dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik dari proyek. Namun, metodologi yang umum digunakan di atas dapat memberikan panduan yang baik untuk pengembangan RTOS yang sukses.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

RTOS yang aman dan dapat diandalkan adalah hal yang penting untuk aplikasi kritis, seperti sistem kontrol industri, perangkat medis, dan sistem penerbangan. RTOS ini harus dapat melindungi sistem dari serangan keamanan dan memastikan bahwa sistem dapat berjalan dengan andal dan stabil.

3.1. Fitur-Fitur RTOS

Berikut adalah beberapa fitur yang dapat membuat RTOS aman dan dapat diandalkan:

- a) Kebijakan keamanan: RTOS harus memiliki kebijakan keamanan yang jelas untuk melindungi sistem dari serangan. Kebijakan ini harus mencakup hal-hal seperti otentikasi, otorisasi, dan enkripsi.
- b) Mekanisme keamanan: RTOS harus memiliki mekanisme keamanan yang kuat untuk menerapkan kebijakan keamanan. Mekanisme ini harus mencakup hal-hal seperti firewall, intrusion detection system (IDS), dan vulnerability scanning.
- c) Tes keamanan: RTOS harus diuji secara ekstensif untuk memastikan bahwa sistem aman dari serangan. Tes ini harus mencakup hal-hal seperti penetration testing dan vulnerability assessment.

Selain fitur-fitur keamanan, RTOS yang aman dan dapat diandalkan juga harus memiliki fitur-fitur yang dapat meningkatkan keandalan sistem (Putra 2023).

Fitur-fitur ini dapat mencakup hal-hal seperti:

- a. Toleransi kesalahan: RTOS harus dapat menangani kesalahan dan kegagalan sistem. RTOS harus memiliki mekanisme untuk mendeteksi kesalahan dan memulihkan sistem dari kegagalan.
- b. Resiliensi: RTOS harus dapat beradaptasi dengan perubahan lingkungan. RTOS harus memiliki mekanisme untuk menjaga sistem tetap berjalan dalam kondisi yang tidak terduga.
- c. Kontinuitas operasi: RTOS harus dapat memastikan bahwa sistem terus berjalan dalam kondisi apa pun. RTOS harus memiliki mekanisme untuk menyediakan kontinuitas operasi jika terjadi kegagalan sistem.

Pengembangan RTOS yang aman dan dapat diandalkan adalah tugas yang kompleks. Penting untuk mengikuti metodologi yang sistematis dan menggunakan praktik terbaik untuk memastikan bahwa RTOS dikembangkan dengan benar dan memenuhi persyaratan yang dibutuhkan (Dhenggo 2023).

3.2. Tips Untuk Pengembangan RTOS Yang Aman Dan Dapat Diandalkan:

- a. Mulailah dengan perencanaan yang baik. Pastikan Anda memahami persyaratan dari RTOS dan memiliki desain yang solid sebelum memulai implementasi.
- b. Gunakan bahasa pemrograman yang sesuai. Bahasa pemrograman C dan C++ adalah pilihan yang populer untuk pengembangan RTOS karena memiliki performa yang tinggi.
- c. Lakukan pengujian secara ekstensif. Pengujian yang ekstensif adalah penting untuk memastikan bahwa RTOS memenuhi persyaratan yang dibutuhkan.
- d. Dapatkan masukan dari pakar. Diskusikan persyaratan keamanan dan keandalan RTOS dengan pakar keamanan dan keandalan.

Dengan perencanaan yang baik, implementasi yang tepat, dan pengujian yang ekstensif, Anda dapat mengembangkan RTOS yang aman dan dapat diandalkan untuk aplikasi kritis Anda.

V. KESIMPULAN

Pengembangan RTOS untuk aplikasi embedded adalah proses yang kompleks dan membutuhkan pertimbangan yang matang. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan antara lain kebutuhan waktu nyata, fitur yang dibutuhkan, lisensi, dan kemampuan sumber daya.

Pengembangan sistem operasi real-time (RTOS) untuk aplikasi embedded merupakan proses yang kompleks dan membutuhkan pertimbangan yang matang. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan antara lain:

- a) Kebutuhan aplikasi
Kebutuhan aplikasi adalah faktor yang paling penting dalam pengembangan RTOS. Kebutuhan aplikasi meliputi persyaratan waktu nyata, fungsionalitas aplikasi, dan karakteristik perangkat keras.
- b) Teknik pengembangan
Teknik pengembangan yang digunakan akan menentukan kualitas dan kinerja RTOS yang dihasilkan. Teknik pengembangan yang umum digunakan dalam pengembangan RTOS untuk aplikasi embedded meliputi:
 1. Penjadwalan real-time

2. Manajemen memori
3. Penanganan interupsi
4. Mekanisme komunikasi

c) Perangkat keras

Perangkat keras yang digunakan harus mampu memenuhi kebutuhan aplikasi dan teknik pengembangan yang digunakan.

Berikut adalah beberapa kesimpulan mengenai pengembangan RTOS untuk aplikasi embedded:

1. Perencanaan yang matang sangat penting

Pengembangan RTOS untuk aplikasi embedded membutuhkan perencanaan yang matang. Perencanaan yang matang akan membantu memastikan bahwa RTOS yang dikembangkan dapat memenuhi kebutuhan aplikasi dan memenuhi persyaratan waktu nyata.

2. Pemilihan teknik pengembangan yang tepat sangat penting

Teknik pengembangan yang tepat akan menentukan kualitas dan kinerja RTOS yang dihasilkan. Pemilihan teknik pengembangan yang tepat harus didasarkan pada kebutuhan aplikasi dan karakteristik perangkat keras.

3. Pengujian RTOS sangat penting

Pengujian RTOS sangat penting untuk memastikan bahwa RTOS yang dikembangkan dapat memenuhi persyaratan waktu nyata. Pengujian RTOS harus dilakukan secara menyeluruh untuk memastikan bahwa semua kemungkinan skenario dapat ditangani dengan baik.

Dengan memahami kesimpulan-kesimpulan di atas, kita dapat mengembangkan RTOS untuk aplikasi embedded yang memenuhi kebutuhan aplikasi dan memenuhi persyaratan waktu nyata.

Berikut adalah beberapa tips untuk mengembangkan RTOS untuk aplikasi embedded:

- 1) Mulailah dengan mendefinisikan kebutuhan aplikasi dengan jelas. Pastikan untuk mengidentifikasi semua persyaratan waktu nyata, fungsionalitas, dan karakteristik perangkat keras.
- 2) Lakukan pengabdian tentang teknik pengembangan RTOS yang tersedia. Pilih teknik yang tepat untuk memenuhi kebutuhan aplikasi dan karakteristik perangkat keras.
- 3) Buatlah rencana pengembangan yang komprehensif. Rencana ini harus mencakup semua langkah-langkah yang diperlukan untuk mengembangkan RTOS, termasuk desain, implementasi, dan pengujian.
- 4) Gunakan alat dan sumber daya yang tersedia. Ada banyak alat dan sumber daya yang dapat membantu Anda mengembangkan RTOS, termasuk IDE, perpustakaan, dan simulator.

Dengan mengikuti tips-tips di atas, Anda dapat meningkatkan peluang untuk mengembangkan RTOS yang sukses untuk aplikasi embedded. Kesimpulan dibuat secara ringkas, jelas dan padat didasarkan pada hasil dan diskusi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Bhayangkara Jaya Bekasi, Bapak Fried Sinlae, Rekan Publisher Setempat, Dan Para Penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Mardiana, and M. Yamin. 2023. "Edukasi Tentang Stunting Pada Balita Dalam Rangka Peningkatan Pengetahuan Pada Ibu di Desa Tetewatu."
- Anggraeni, Dewi, Fachri Ali, Pratomo Cahyo Kurniawan, and Syifa Rohman. 2023. "Edukasi 'Halal Food' Pada Pelaku Usaha Micro Kecil Menengah (UMKM) di Desa Kedawung Banyuputih Batang Jawa Tengah."
- Anwar, Miftahulhairah, Helvy Tiana Rosa, Venus Khasanah, Reni Nur Eriyani, Asep Supriyana, and Syukron Ramadloni. 2023. "Membangun Kesadaran Berliterasi Anak Usia Sekolah di Desa Cidahu Sukabumi." 4.
- Dhenggo, Klaris Fransiska. 2023. "Pengaruh Bahasa Daerah Terhadap Pembelajaran Bahasa Indonesia Peserta Didik 3b Sdn Gembira."
- Haqqi, Halifa, and Hasna Wijayati. 2023. "Kampanye Local Wisdom untuk Menangkal Hegemoni Asing bagi Gen-Z."

-
- Karimah, Rahadian Roro Siti, Bella Angelica Kauno, Syerina Silvi Fitriyah, and Muslikha Nourma. 2023. "Sosialisasi Siaga Bencana dan Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan di SDN Simpang Sidoarjo." 4 4(1):106–11.
- Oliviera, Francisco Pinto, Evafgia M. Gratya Bare, and Adrianus Ketmoen. 2023. "Sosialisasi dan Digitalisasi Marketing UMKM Fersita Batako di Desa Baumata, Kabupaten Kupang-NTT."
- Putra, Yogi. 2023. "Pelatihan Sertifikasi Kompetensi SDM Pariwisata Di Hotel Saka Medan Tahun 2022." *ARembeN : Jurnal Pengabdian Multidisiplin* 1(1):5–12.