

Deskripsi**METODE PENGATURAN FUNGSI KERJA PARALEL MENGGUNAKAN *PREEMPTIVE SCHEDULING RTOS* PADA ALAT PROTEKSI DIGITAL DAN PENGUKURAN KUALITAS DAYA**

5

Bidang Teknik Invensi

Invensi ini berhubungan dengan metode yang digunakan pada alat proteksi digital dan pengukuran kualitas daya pada suatu jaringan listrik untuk keamanan jaringan dari gangguan kelistrikan serta untuk monitoring kualitas daya dalam mempertahankan kualitas energi dan keberlangsungan sistem.

Latar Belakang Invensi

Dalam sebuah jaringan distribusi listrik diperlukan sistem pengamanan atau proteksi untuk melindungi baik sumber energi maupun peralatan yang terdapat dalam suatu jaringan listrik serta perlunya melakukan monitoring kualitas daya listrik untuk menjaga keberlangsungan energi sesuai dengan standar kualitas yang diperlukan.

Perangkat yang mampu melakukan dua fungsi kerja sekaligus, baik sebagai fungsi proteksi dan fungsi pengukur kualitas daya sangat dibutuhkan dalam lingkungan industri sebagai upaya untuk menekan biaya investasi peralatan, dimana hingga saat ini dua fungsi tersebut masih terpisah menjadi dua jenis peralatan yang masing-masing memerlukan investasi yang masih tinggi.

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka diperlukan metode *Real Time Operating System (RTOS)* yang mampu menangani dua fungsi kerja, yakni fungsi proteksi dan fungsi monitoring kualitas daya secara paralel dan waktu nyata, *preemptive scheduling RTOS* merupakan salah satu metode RTOS yang dipilih untuk menangani fungsi kerja proteksi saat terjadi arus lebih dengan cara menghitung waktu pemutusan sesuai dengan rumusan kurva karakteristik yang digunakan saat itu hingga aksi melakukan pemutusan jaringan listrik, dimana di lain sisi juga akan

melakukan fungsi monitoring kualitas daya listrik secara terus menerus untuk dikirimkan melalui saluran komunikasi yang dipilih.

5 Gangguan kelistrikan yang disebabkan oleh arus lebih akan terjadi setiap saat dan tidak bisa diprediksi, kejadian ini akan menjadi inisiasi untuk menjalankan fungsi proteksi dengan hirarki utama untuk melakukan pemutusan hubungan listrik, dimana respon akan dilakukan setiap saat ketika sistem melakukan pembacaan arus.

10 Fungsi pengukuran kualitas daya dilakukan secara terus menerus dengan membaca semua parameter yang telah dipilih, dihitung untuk konversi hingga siap dikirim ke tampilan atau ke perangkat lain melalui saluran komunikasi yang dipilih.

15 Dengan implementasi metode tersebut akan dihasilkan perangkat yang bekerja secara paralel dan waktu nyata, yang mampu menangani fungsi proteksi dan pengukuran kualitas daya sekaligus dalam satu perangkat berbasis *embedded controller*, sehingga mampu mereduksi selain pendanaan juga dimensi yang lebih ekonomis dimana dua fungsi menjadi satu perangkat dengan tetap
20 mempunyai dua fungsi.

Permohonan paten ini terkait dengan masing-masing hal berikut: Permohonan Paten A.S. nomor seri No. US 9,606,833 B2 yang berjudul "*method and apparatus for providing a preemptive task scheduling scheme in a real time operating system*", yang
25 didapat pada 28 Maret 2018, Metode dan peralatan disediakan untuk menyediakan penjadwalan tugas preemptif untuk sistem operasi waktu nyata atau *real time RTOS*. Prioritas dua tingkat ditugaskan untuk setiap tugas yang ada, prioritas dua tingkat termasuk prioritas kernel dan prioritas yang ditentukan pengguna. *Bitmap*
30 prioritas terkait dengan prioritas kernel dibuat, prioritas dibawahnya dalam prioritas *bitmap* diaktifkan. *Bit* prioritas menunjukkan status dari tugas masing-masing; serta permohonan paten A.S nomor seri US8209694B2 yang berjudul "*Single-stack real-time operating system for embedded systems*", yang didapat

pada 26 juni 2012, sistem operasi waktu nyata digunakan pada *embedded controller* yang memiliki masalah memori terbatas termasuk referensi, berbagai makro, fungsi pemblokiran bersarang, dan tumpukan komunikasi. Dengan RTOS setidaknya satu tugas pertama dan kedua menggunakan sejumlah prioritas tugas, penjadwal tugas mengalihkan kontrol ke tugas dengan prioritas tertinggi. Referensi lebih jauh akan menyediakan makro untuk secara otomatis mengelola secara berkelanjutan.

10

Uraian Singkat Invensi

Salah satu aspek dari invensi ini berhubungan dengan metode untuk menangani dua fungsi berbeda yang sebelumnya terpisah dalam dua perangkat kemudian menjadi satu perangkat. Dua fungsi penting tersebut harus diatur dengan menggunakan satu kendali digital dengan basis kerja paralel dan waktu nyata, sehingga dua fungsi tersebut dapat bekerja secara optimum walau hanya dikerjakan oleh satu kendali pemroses utama atau satu *Central Processing Unit* (CPU). Dua fungsi tersebut adalah fungsi proteksi jaringan listrik terhadap gangguan arus lebih dan fungsi pengukur kualitas daya listrik yang mengalir pada jaringan listrik saat itu.

Fungsi pertama dan menempati herarki utama adalah fungsi proteksi, dimana parameter arus listrik menjadi parameter utama yang harus selalu dibaca melalui perangkat analog I/O di dalam *Microcontroller Unit* (MCU) yakni *Analog to Digital Converter* (ADC), dimana parameter dibaca dari sensor atau *transducer* menggunakan trafo arus *Current Trasformer* (CT). Parameter arus listrik hasil bacaan selanjutnya dibandingkan dengan nilai arus yang telah ditentukan, jika telah melebihi maka dihitung menggunakan rumusan karakteristik kurva proteksi yang digunakan saat itu untuk menghasilkan nilai waktu putus, dan berdasar waktu putus tersebut digunakan untuk melakukan pemutusan jaringan listrik.

Fungsi kedua adalah monitoring kualitas daya, dengan cara membaca arus dan tegangan melalui trafo arus kemudian diproses menggunakan perangkat *Digital Signal Processing* (DSP) di luar MCU untuk menghasilkan parameter kualitas daya, hasil pemrosesan
5 lalu dibaca oleh peripheral di dalam MCU melalui unit *Serial Peripheral Interface* (SPI). Selanjutnya parameter tersebut akan digunakan untuk menelisik apakah kualitas energi masih dalam syarat layak atau telah melampahui standar yang telah ditentukan.

10 Dua fungsi tersebut akan dilakukan secara paralel dan waktu nyata dengan metode *preemptive scheduling RTOS* dimana dikendalikan oleh satu MCU dalam bentuk bahasa pemrograman. Dengan optimasi kode program dan dukungan frekuensi pewaktu MCU yang sangat cepat maka dua fungsi tersebut dapat dikerjakan dalam
15 waktu yang hampir bersamaan, sehingga dihasilkan perangkat dua fungsi dalam satu perangkat yang cepat dan akurat.

Uraian Singkat Gambar

Untuk lebih memperjelas invensi yang diajukan berikut
20 disertakan gambar dengan nomor untuk menjelaskan elemen-elemen terkait.

Gambar 1 adalah gambar secara umum bagaimana aliran informasi bekerja dengan peran dari metode yang digunakan untuk sebuah perangkat berbasis *microcontroller*, sebagai perangkat
25 pengamanan dari gangguan listrik dan monitoring kualitas daya secara paralel. Pengamanan dan monitoring dilakukan diantara sumber energi 220 Volt arus bolak-balik dan beban listrik. Dua kelompok parameter yang dibaca dengan bantuan pengkondisi sinyal (SC) selanjutnya akan diproses oleh *microcontroller* sebagai
30 pemroses utama untuk memutuskan jaringan putus atau tidak sebagai fungsi proteksi, dan pembacaan parameter kualitas daya sebagai fungsi monitoring.

Gambar 2 menunjukkan diagram alir dari metode *preemptive scheduling RTOS* yang digunakan untuk mengendalikan sistem,

dimana terdapat dua tugas atau *task*, *task-A* untuk menangani fungsi proteksi dan *task-B* untuk monitoring parameter kualitas daya yang sedang melewati jaringan listrik saat itu.

5 Gambar 3 adalah diagram alir untuk merubah status atau penanda *task-A* yang disebabkan karena adanya kejadian dimana nilai arus melebihi arus normal yang telah ditentukan, sehingga perlu penanganan berdasar perhitungan waktu untuk memutus aliran jaringan listrik menuju ke beban.

10 Gambar 4 adalah diagram alir *task-A* yang bekerja saat status *task-A* bernilai logika "1", dimana perlu menghitung waktu putus berdasar kurva karakteristik yang digunakan saat itu, dari hasil perhitungan tersebut digunakan untuk mengatur waktu jaringan listrik melalui rele.

15 **Uraian Lengkap Invensi**

Dalam uraian rinci invensi akan dijelaskan dengan pendekatan gambar secara runtut dan berkesinambungan agar lebih mudah untuk dipahami dan dimengerti.

20 Seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1, invensi yang diusulkan adalah metode yang digunakan untuk mengendalikan peralatan dimana dua fungsi terintegrasi dalam satu perangkat, dengan menggunakan metode *preemptive scheduling RTOS* untuk perangkat proteksi jaringan listrik dan monitoring kualitas daya.

25 Sumber energi berasal dari sumber energi semisal PLN atau sumber energi generator lainnya (1), yang terhubung dengan beban listrik seperti peralatan industri, penerangan serta *HVAC* (2). Metode *RTOS* dibagi menjadi dua tugas atau *task*, dimana masing-masing *task* memerlukan parameter yang akan diproses. Parameter
30 untuk *task-A* memerlukan sensor berupa trafo arus CT (3), dengan bantuan pengkondisi sinyal SC (4) parameter dari CT di kondisikan untuk siap dibaca oleh ADC yang ada didalam MCU (5). Hasil bacaan berupa arus IRMS akan diproses oleh *task-A* (6) untuk mengendalikan waktu putus jika terjadi gangguan melalui bantuan

aktuator AK (7) untuk melepaskan aliran listrik antara sumber dan beban melalui rele (8).

Parameter untuk *task-B* didapat dari pembacaan arus IRMS dan tegangan melalui CT-2 (9), dengan melewati pengkondisi sinyal SC (10) lalu diberikan ke perangkat DSP (11) untuk diproses menjadi parameter kualitas daya yang siap digunakan melalui perangkat SPI didalam MCU dan diproses oleh *task-B* (12). Luaran *task-B* adalah parameter kualitas daya yang siap dikirim ke perangkat lainnya menggunakan USART di MCU dan disambungkan ke perangkat komunikasi (13).

Gambar 2 adalah diagram alir dari metode *RTOS* yang diusulkan, saat metode *RTOS* dijalankan (14) maka sistem akan melakukan inisialisasi sistem perangkat lunak dan keras (15), metode *RTOS* akan dijalankan fungsinya dengan mengatur secara terjadwal apakah *task-A* atau *task-B* yang harus dikerjakan secara paralel (16), jika *task-A* yang harus bekerja maka penanda *task-A* akan di uji (17) jika bernilai logika "1" maka *task-A* akan dilaksanakan (18) dan juga akan menampilkan dan menyimpan status proteksi saat itu (19). Apabila *task-B* yang bekerja (20) maka akan dilakukan *task-B* dan termasuk menampilkan dan menyimpan parameter kualitas daya (21), jika sistem tetap berjalan (22) maka sistem akan mengulang ke *RTOS* dan jika selesai maka menghentikan sistem kerja (23).

Gambar 3 adalah diagram alir untuk mengendalikan kejadian dari *task-A*, saat dimulai (24) maka akan dilakukan pembacaan arus IRMS (25) hasil konversi ADC, jika nilai IRMS melebihi arus yang telah ditentukan ISET (26) maka status menjadi logika "1" dan *task-A* bisa dijalankan (27), jika tidak maka *task-A* dibatalkan (28), dan akan kembali ke sistem awal (29).

Gambar 4 adalah diagram alir untuk *task-A*, saat dimulai (30) maka parameter IRMS hasil perolehan dari ADC akan dipakai untuk menghitung nilai dari waktu putus sesuai dengan persamaan kurva karakteristik proteksi (31), selanjutnya nilai jeda putus hasil perhitungan digunakan untuk menentukan waktu interupsi

dari pewaktu untuk mengatur kapan putus (33), jika waktu telah habis maka sistem akan putus dengan cara memutus jaringan listrik lewat rele (34), jika tidak maka sistem tidak putus dan kembali ke sistem awal (35)

5

10

15

20

25

30

KLAIM

1. Metode pengaturan fungsi kerja paralel menggunakan *preemptive scheduling RTOS* yang digunakan pada alat proteksi rele digital dan monitoring kualitas daya yang terdiri dari:
- Membaca parameter arus IRMS yang mengalir pada jaringan menggunakan trafo arus CT-1, untuk menentukan kerja dari proteksi digital yang dikerjakan oleh *task-A*,
 - Membaca parameter arus IRMS menggunakan trafo arus CT-2 dan tegangan VRMS yang mengalir pada jaringan saat itu untuk keperluan monitoring kualitas daya yang dikerjakan oleh *task-B*,
 - Menjadwal dua buah *task* di atur berdasar *preemptive scheduling RTOS*,
 - Menjalankan tugas untuk *task-A* berdasar adanya arus gangguan, jika arus IRMS melebihi arus *set up*, akan dihitung waktu jeda untuk melakukan pemutusan aliran listrik,
 - Memutus aliran listrik dilakukan dengan bantuan rele yang dikendalikan oleh unit *microcontroller*,
 - Menjalankan tugas untuk *task-B* berdasar urutan kerja proses pengolahan sinyal untuk menghasilkan parameter kualitas daya, yang selanjutnya akan dikirim ke komputer pusat melalui saluran komunikasi nir kabel,
 - Mengirim data hasil pengolahan sinyal berupa parameter arus, tegangan, frekuensi, faktor daya, total distorsi harmonik arus dan tegangan, harmonisa berdasar indek, energi nyata, semu serta reaktif.

Abstrak**METODE PENGATURAN FUNGSI KERJA PARALEL MENGGUNAKAN *PREEMPTIVE SCHEDULING RTOS* PADA ALAT PROTEKSI DIGITAL DAN PENGUKURAN KUALITAS DAYA**

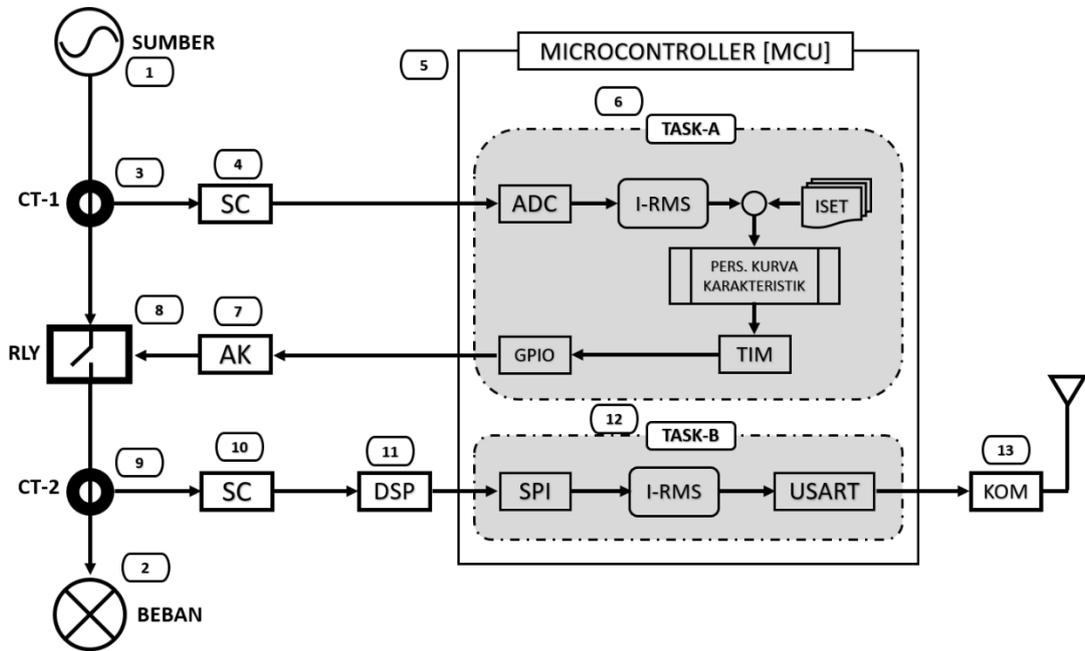
5

Dengan semakin cepatnya perkembangan teknologi yang digunakan pada mesin industri akhir-akhir ini, dituntut adanya terobosan-terobosan inovasi kendali pintar berbasis *embedded controller* utamanya dalam masalah proteksi dan monitoring kualitas daya pada jaringan listrik di industri. Dua masalah tersebut jika di integrasikan menjadi satu perangkat yang bekerja secara paralel dan *real time* akan menjadi terobosan inovasi efisiensi investasi secara signifikan, mengingat saat ini dua perangkat tersebut terpisah menjadi dua dengan harga yang sama mahalnya. Untuk merealisasikan perangkat tersebut harus digunakan suatu metode yang mampu melakukan pekerjaan secara parallel dan *real time*. Dalam usulan ini diajukan invensi metode *RTOS* jenis *preemptive* yang mampu melakukan dua fungsi sekaligus dalam satu perangkat. Dengan menerapkan metode invensi ini akan didapatkan perangkat proteksi rele digital dan monitoring kualitas daya yang pintar dan efisien yang dapat menjawab kebutuhan industri.

25

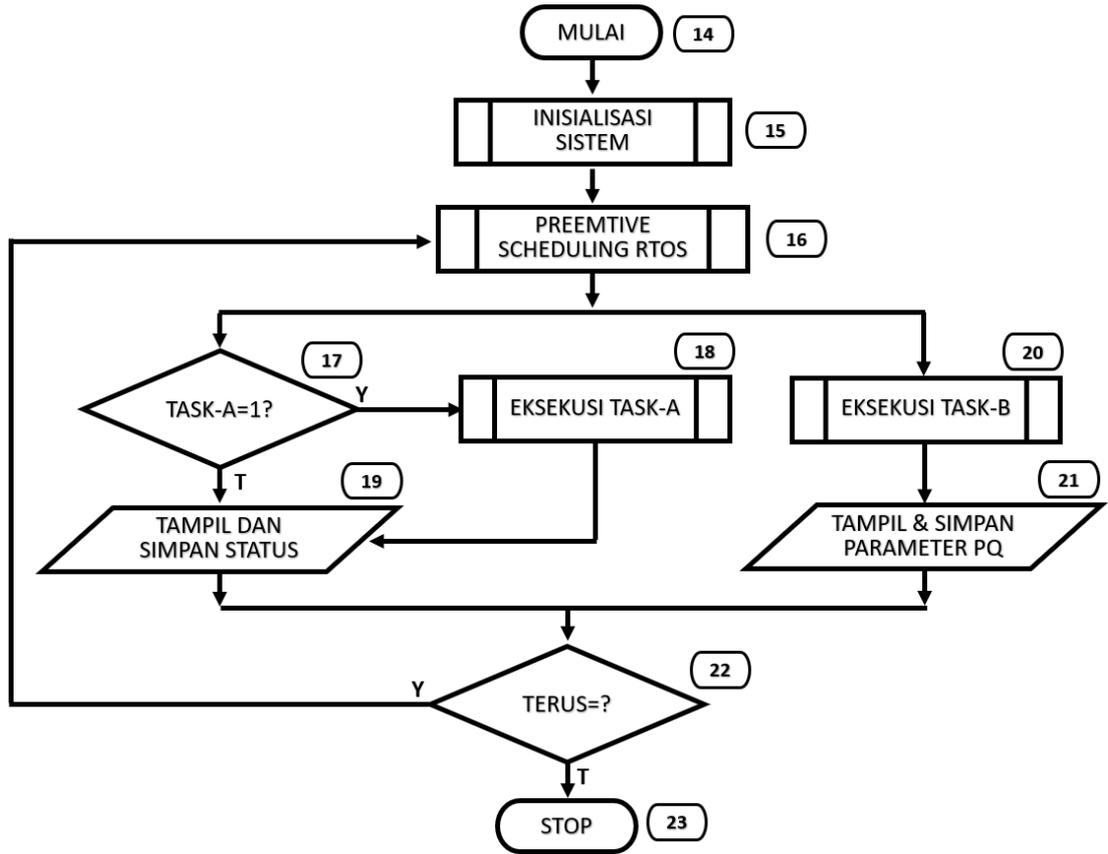
30

Gambar



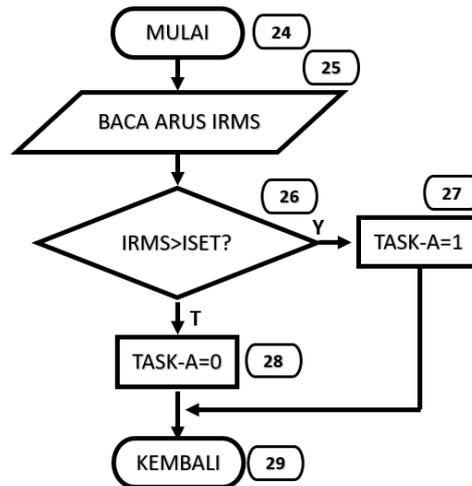
5

Gambar 1
Alur Informasi Implementasi Metode Invensi



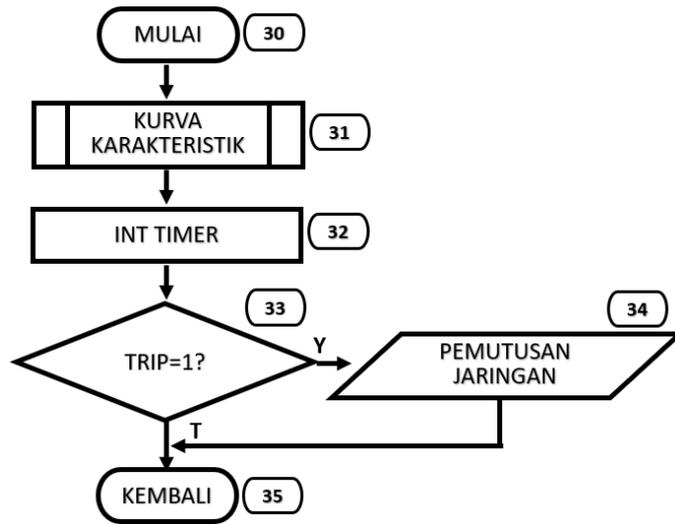
Gambar 2
Diagram Alir Utama Metode Invensi

5



Gambar 3
Diagram Alir Perubahan Status TASK-A

10



Gambar 4
Diagram Alir TASK-A