

INTISARI

PT Pagilaran memiliki 25 blower yang digunakan dalam proses pelayuan daun teh. Keterbatasan kapasitas daya listrik yang dimiliki oleh pabrik mengakibatkan jumlah blower yang dapat dinyalakan secara simultan dibatasi. Perusahaan juga berharap agar konsumsi energi listrik di unit pelayuan dapat dikurangi agar biaya produksi lebih ekonomis. Lebih jauh, perlu dikembangkan sebuah sarana bantu bagi *tea master*, sehingga dapat menggunakan alat pelayuan secara lebih efisien dengan tetap menjaga mutu teh yang dihasilkan. Dalam kerangka masalah tersebut, batasan yang ditetapkan adalah sederhana, berbiaya rendah, dan perkabelan yang tidak rumit.

Solusi yang ditawarkan adalah sistem pengendali blower yang memanfaatkan *smart relay*. Solusi ini dipilih karena biaya yang rendah, instalasi dan perawatan yang sederhana, serta kemudahan menemukan produk di pasaran bila suatu saat diperlukan perbaikan atau penambahan unit. Karena *smart relay* jauh lebih sederhana dibandingkan dengan PLC, algoritma yang dijalankan dipilih juga yang sederhana. Dalam hal ini, untuk membatasi arus yang mengalir, dilakukan otomasi antrian starting motor secara otomatis. Operator dapat menyalakan tombol on dan off kapan saja, namun secara riil, proses starting motor dijalankan secara otomatis dengan aturan jumlah motor maksimum yang menyala serta proses starting yang dijalankan secara berurutan. Untuk mengurangi konsumsi energi, karena *smart relay* tidak memungkinkan untuk menjalankan mekanisme PWM dengan frekuensi tinggi, dilakukan pengaturan periode operasi motor. Setiap blower diberikan *time slot* dalam rentang waktu tertentu, dalam hal ini ditetapkan angka 30 menit. Angka ini dipilih sehingga frekuensi nyala mati motor dapat dikurangi. Dalam slot waktu tersebut motor dapat diatur untuk beroperasi selama minimum 10 menit (*duty cycle* 33,3%) dan dapat ditambahkan periodenya dengan resolusi 1 menit hingga mencapai maksimum 30 menit (*duty cycle* 100%). Sedangkan sarana bantu pemantauan kondisi operasi mesin pelayuan ditambahkan jaringan sensor nirkabel berbasis NodeMCU. Dengan solusi ini, diharapkan pabrik dapat bekerja dengan lancar, konsumsi energi berkurang, serta kualitas teh tetap terjaga.

Kata Kunci: *Zelio Smart Relay, Motor Induksi Tiga Fase, Penghematan Daya Listrik, Arus Starting, Pelayuan Daun Teh, Kontrol Motor*

ABSTRACT

PT Pagilaran has 25 blowers which are used in the withering process of tea leaves. The limited electrical power capacity owned by the factory resulted in the number of blowers that can be turned on simultaneously limited. The company also hopes that the consumption of electrical energy in the withering unit can be reduced so that production costs are more economical. Furthermore, it is necessary to develop a tool for tea masters, so that they can use withering tools more efficiently by maintaining the quality of the tea produced. Within the framework of the problem, the constraints set are simple, low cost, and uncomplicated wiring.

The solution offered is a blower control system that utilizes smart relays. This solution was chosen because of its low cost, simple installation and maintenance, and easy to find products on the market when a repair or additional unit is needed. Because smart relays are much simpler than PLCs, the algorithm that is run is also chosen as simple. In this case, to limit the current flowing, the motor queue automation is performed automatically. The operator can press the on and off buttons at any time, but in real, the motor start process is executed automatically with the maximum motor rules and the start process is executed sequentially. To reduce energy, because the smart relay does not allow to run the PWM mechanism with high frequency, the motor operating period is adjusted. Each blower is given a time slot within a certain time span, in this case the number is set at 30 minutes. This number is chosen so that the frequency of turning on and off the motor can be reduced. In this time slot, the motor can be set to operate for a minimum of 10 minutes (33.3% duty cycle) and the period can be added with a resolution of 1 minute until it reaches a maximum of 30 minutes (100% duty cycle). Meanwhile, the supporting facilities for monitoring the operating conditions of the withering machine are added by a wireless sensor network based on NodeMCU. With this solution, it is hoped that the factory can work smoothly, reduce energy consumption, and maintain quality.

Keywords: zelio smart relay, three-phase induction motor, power saving, starting current, withering of the tea leaves, motor control

RINGKASAN EKSEKUTIF

Pabrik teh melakukan serangkaian proses dalam pengolahan untuk menghasilkan teh dengan kualitas terbaik. Salah satu tahap yang sangat mempengaruhi kualitas daun teh adalah proses pelayuan daun teh. Selama proses pelayuan, daun teh mengalami dehidrasi sehingga berangsur-angsur layu dan melunak sehingga senyawa perisa daun teh berubah ke proporsi tertentu yang diinginkan oleh standar pabrik. Dalam proses pembuatan teh hitam, misalnya, proses pelayuan mengurangi kadar air dalam rentang 56 - 62%. Proses pelayuan daun teh adalah proses yang sangat diperlukan untuk pembentukan rasa yang khas dari berbagai jenis teh [1].

PT Pagilaran melakukan proses pelayuan pada 25 unit kotak pelayuan daun teh. Masing-masing kotak dilengkapi dengan satu unit blower. Proses pelayuan daun teh dilakukan selama 12 jam atau bahkan lebih lama dari itu, tergantung berbagai kondisi seperti keadaan daun, kondisi lingkungan, dan sumber panas yang tersedia. Selama proses pelayuan, *tea master* melakukan proses pengawasan secara ketat untuk menyusun daun teh, menentukan kapan memulai, kapan mengakhiri, pembalikan, dan beberapa proses lain.

Dipahami bahwa proses pelayuan adalah sebuah proses yang boros energi. Selain memerlukan energi listrik yang besar, juga memerlukan sumber panas dari kayu bakar. Perusahaan berharap agar energi dapat dihemat sehingga biaya pembuatan daun teh dapat ditekan. Selain itu, pabrik memiliki keterbatasan supply listrik. Sering terjadi human error dalam pengoperasian blower yang mengakibatkan terjadinya trip bahkan kerusakan komponen. Kedua hal ini perlu untuk dicarikan solusi namun dengan biaya yang serendah mungkin.

Dalam tugas akhir ini, diusulkan sebuah mekanisme yang secara otomatis mengatur proses starting blower dan jumlah blower yang menyala. Operator hanya perlu menetapkan blower mana yang akan dinyalakan, namun kapan blower tersebut mulai starting dan beroperasi, dijadwalkan secara otomatis oleh sistem. Diharapkan, dengan otomasi ini, kejadian trip saluran listrik dapat dihindari dan peralatan menjadi lebih panjang usia pakainya.

Lebih jauh, untuk melakukan penghematan energi, proses pelayuan akan diawasi parameternya menggunakan jaringan sensor nirkabel (JSN). Di sini, *tea master* akan menentukan apakah proses pelayuan akan berada pada tahap operasi 100% atau kurang dari itu.

Untuk menghemat biaya, sistem yang dibangun didasarkan pada *smart relay* dan bukan PLC. Solusi *smart relay* memiliki keterbatasan kemampuan namun harganya murah dan mudah didapatkan di pasaran. Selain memiliki kehandalan yang baik. Dengan *smart relay*, proses



penjadwalan dapat dengan mudah diimplementasikan. Sedangkan solusi untuk mengatur waktu operasi (*duty cycle*) dilakukan secara sederhana: mengatur periode nyala motor dalam rentang waktu tertentu. Solusi ini lebih murah (tidak memerlukan PLC dan inverter) dengan tetap dapat menghemat konsumsi energi listrik.