

Research Article

Rancang Bangun *Autotransfer Soft Starter* Untuk Pengoperasian 3 Buah Motor Induksi 3 Fasa

Arif Gunawan^{1,*}, Yusuf Prasetya Darmawan¹, Hendri Novia Syamsir¹, Syahrizal¹, Muzni Sahar¹, Nabila Aulia Ramadhani¹

ABSTRAK: Motor induksi tiga fasa merupakan komponen penting dalam sistem industri karena keandalan dan efisiensinya yang tinggi. Namun demikian, metode pengoperasian langsung menggunakan *Direct-On-Line* (DOL) sering menimbulkan lonjakan arus starting yang sangat tinggi, yaitu hingga 5-9 kali arus nominal. Kondisi arus awal yang tinggi ini berpotensi menurunkan kualitas daya, memperpendek umur motor, dan meningkatkan risiko gangguan pada sistem kelistrikan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem *Autotransfer Soft Starter* yang berfungsi sebagai pengatur tegangan bertahap saat proses *starting* sekaligus mampu mengoperasikan tiga motor induksi tiga fasa secara bergantian menggunakan satu unit *Soft Starter*. Sistem ini dilengkapi dengan mekanisme transfer otomatis yang memungkinkan perpindahan suplai daya dan kendali antar motor tanpa gangguan. Metode penelitian meliputi perancangan rangkaian daya dan rangkaian kontrol, implementasi sistem *Autotransfer*, serta pengujian kinerja dengan membandingkan metode *soft starting* terhadap metode DOL. Parameter utama yang diamati adalah besarnya arus starting motor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan *Soft Starter* dengan setelan 50% dan 70% mampu menurunkan arus *starting* masing-masing sebesar 50% dan 70% dibandingkan metode DOL. Selain itu, sistem *Autotransfer Soft Starter* mampu mengoperasikan tiga motor secara berurutan tanpa menimbulkan lonjakan arus tambahan. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan efisiensi penggunaan perangkat dan keandalan pengoperasian motor induksi tiga fasa pada aplikasi industri multi-motor

Kata kunci: Motor induksi tiga fasa, *Soft Starter*, *Autotransfer*, Sistem otomatis, Efisiensi energi

1. PENDAHULUAN

Motor induksi merupakan alat listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang berupa tenaga putar [1]. Motor induksi digunakan sebagai penggerak utama pada berbagai alat di industri yang memerlukan tingkat keandalan operasional yang tinggi, karena konstruksi yang sederhana, daya tahan tinggi, biaya rendah minim *maintenance*. Namun, tantangan teknis yang sering dihadapi adalah besarnya lonjakan arus awal pada saat pengasutan yang dapat mengakibatkan penurunan kualitas daya serta mempercepat kerusakan isolasi pada motor. Metode *soft starting* menjadi solusi atas tingginya nilai arus *starting* pada motor induksi dan merupakan salah satu metode terbaik yang dapat menurunkan arus *starting* [2],[1]. Meskipun

OPEN ACCESS

Afiliasi:

¹Teknik Listrik, Politeknik Caltex Riau, Pekanbaru, Indonesia

Korespondensi:

Email: agun@pcr.ac.id*,

Diterima Redaksi:

24-12-2025

Selesai Revisi:

02-01-2026

Diterbitkan Online:

03-01-2026

Cara mengutip artikel ini (IEEE):

A. Gunawan, Yusuf Prasetya, H. N. Syamsir, S. Syahrizal, M. Sahar, and N. A. Ramadhani, "Rancang Bangun *Autotransfer Soft Starter* Untuk Pengoperasian 3 Buah Motor Induksi 3 Fasa", *J. Electo*, vol. 1, no. 02, Jan. 2026.

This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.



penggunaan *Soft Starter* telah terbukti mampu mengurangi arus *start* dengan signifikan melalui pengendalian tegangan di awal *starting* motor, efisiensi pemanfaatannya dalam sistem multi-motor masih belum optimal karena umumnya satu perangkat hanya melayani satu motor saja.

Beberapa studi literatur menunjukkan bahwa metode *soft starting* jauh lebih efektif dibandingkan metode *Direct-On-Line* (DOL) dalam menekan arus awal, baik pada kondisi tanpa beban maupun berbeban [2],[3],[4]. Karena pada rangkaian DOL sumber langsung terhubung ke motor tanpa adanya sistem yang dapat mengurangi arus awal atau mengatur tegangan awal sehingga jika menggunakan rangkaian DOL motor akan mengalami lonjakan arus *starting* yang cukup besar hingga 5-9x arus nominalnya [5], [6]. Untuk meningkatkan kinerja metode *soft starting* tersebut, penerapan sistem kontrol berbasis mikrokontroler memungkinkan proses *starting* diatur secara lebih terkontrol dan fleksibel, sehingga motor dapat beroperasi lebih stabil sejak awal start. Kondisi ini berkontribusi terhadap peningkatan keandalan sistem serta pengurangan dampak transien listrik pada motor dan peralatan pendukung. Secara teknis, implementasi perangkat ini dinilai sangat layak untuk aplikasi industri berskala luas karena kemampuannya dalam melindungi peralatan dari lonjakan arus *starting* yang berlebihan [7].

Namun demikian, terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*), dimana penggunaan *Soft Starter* pada sistem dengan banyak motor masih cenderung tidak ekonomis karena keterbatasan fleksibilitas konfigurasi alat. Penelitian yang mengkaji integrasi satu unit *Soft Starter* untuk mengoperasikan beberapa motor secara bergantian dengan kendali otomatis masih sangat terbatas. Oleh karena itu, sistem *Autotransfer Soft Starter* yang dikembangkan pada penelitian ini dirancang untuk memungkinkan satu unit *Soft Starter* digunakan secara bergantian dalam proses pengasutan tiga motor induksi tiga fasa. Mekanisme pengoperasian dilakukan secara sekuensial dengan memanfaatkan pengaturan waktu (*timer*) dan pengendalian kontaktor, sehingga setelah motor pertama mencapai kecepatan nominal dan dialihkan ke jalur *bypass*, *Soft Starter* dapat digunakan kembali untuk proses pengasutan motor berikutnya. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan fleksibilitas penggunaan *Soft Starter*, tetapi juga mengoptimalkan pemanfaatan perangkat tanpa menimbulkan gangguan antar motor yang beroperasi.

Selain aspek pengendalian, sistem ini juga dilengkapi dengan rangkaian proteksi dan *monitoring* untuk menjamin keandalan operasional dalam lingkungan industri. Penggunaan *phase failure relay* berfungsi untuk mendeteksi ketidakseimbangan atau kehilangan fasa, sedangkan *thermal overload relay* digunakan sebagai proteksi terhadap kondisi beban lebih pada masing-masing motor. Perangkat *metering* seperti voltmeter, amperemeter, dan frekuensi meter turut diterapkan untuk memantau parameter kelistrikan secara *real time*, sehingga kondisi sistem dapat diamati dengan baik selama proses pengasutan maupun saat motor beroperasi pada kondisi nominal.

Melalui perancangan dan implementasi sistem ini, diharapkan dapat diperoleh solusi pengasutan motor induksi yang lebih efisien dari sisi biaya, penggunaan ruang panel, dan kompleksitas sistem, tanpa mengurangi fungsi utama *Soft Starter* dalam menekan arus *starting*. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan sistem kontrol motor induksi yang lebih ekonomis dan andal, khususnya untuk aplikasi industri yang membutuhkan pengoperasian beberapa motor secara bergantian dengan tingkat keandalan yang tinggi.

2. METODE PENELITIAN

Metode kegiatan dilakukan melalui perancangan dan pengujian rangkaian pengasutan motor induksi tiga fasa. Motor yang digunakan memiliki spesifikasi tegangan 380 V, frekuensi 50 Hz, dan arus nominal 4,5 A. Rangkaian yang dibuat adalah rangkaian pengasutan *Autotransfer Soft Starter* dan dibandingkan dengan rangkaian *Direct On Line* (DOL) sebagai pembanding.

Tahapan kegiatan penelitian ini meliputi perancangan rangkaian daya dan rangkaian kontrol sesuai dengan kebutuhan pengujian motor induksi tiga fasa. Setelah tahap perancangan selesai, dilakukan perakitan komponen berdasarkan diagram rangkaian yang telah dibuat. Rangkaian yang telah dirakit kemudian diuji untuk memastikan seluruh komponen berfungsi dengan baik dan sistem dapat beroperasi secara normal. Selanjutnya, dilakukan pengambilan data berupa arus saat motor beroperasi, baik pada kondisi awal *start* maupun saat kondisi kerja stabil, sebagai dasar untuk analisis dan perbandingan dengan rangkaian DOL. Pengambilan data dilakukan menggunakan

tang ampere pada kondisi awal *start* dan kondisi *steady state*. Setiap pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan untuk memperoleh hasil yang konsisten. Data yang diperoleh dari rangkaian pengujian kemudian dibandingkan dengan data dari rangkaian DOL untuk menganalisis perbedaan karakteristik arus awal dan kinerja motor.

2.1. Alat dan Bahan

Pengujian kinerja sistem *Autotransfer Soft starter* pada penelitian ini dilakukan menggunakan tiga unit motor induksi tiga fasa sebagai objek uji. Ketiga motor yang digunakan memiliki spesifikasi teknis yang sama untuk memastikan keseragaman kondisi pengujian. Motor induksi yang digunakan merupakan motor tipe AY3H (Heavy Duty) dengan daya 2 HP atau 1,5 kW, tegangan kerja 380 V tiga fasa, frekuensi 50 Hz, dan kecepatan nominal 1500 rpm. Motor memiliki kelas isolasi Class F dengan tingkat proteksi IP55, sehingga sesuai untuk aplikasi industri. Motor yang digunakan bermerek Teco dengan tipe pemasangan *foot mounted*.

Tabel 1. Daftar Alat dan Jumlah Penggunaan

No	Nama Barang	Jumlah (unit)
1	<i>Soft Starter</i>	1
2	<i>Phase failure relay</i>	1
3	MCCB	1
4	<i>Current Transformator</i>	3
5	<i>Relay</i>	4
6	<i>Relay Timer</i>	6
7	<i>Socket Relay</i>	10
8	Kontaktor	6
9	<i>Thermal Overload Relay</i>	3
10	Terminal HB	1
11	Box Panel 60x80	1
12	<i>Pilot lamp</i> (Merah)	4
13	<i>Pilot lamp</i> (Kuning)	3
14	<i>Pilot lamp</i> (Hijau)	4
15	<i>Push button</i> ON	4
16	<i>Push button</i> OFF	1
17	Digital Metering	1

Penggunaan motor dengan spesifikasi yang seragam bertujuan untuk meminimalkan pengaruh perbedaan karakteristik motor terhadap hasil pengujian, sehingga evaluasi kinerja sistem *Autotransfer Soft starter* dapat dilakukan secara objektif. Sistem *Autotransfer Soft starter* pada penelitian ini menggunakan satu unit *soft starter* yang dimanfaatkan secara bergantian untuk proses pengasutan tiga motor induksi tiga fasa. sistem ini juga menggunakan kontaktor *Soft Starter* dan kontaktor *bypass* untuk masing-masing motor, *Molded Case Circuit Breaker* (MCCB) sebagai pengaman terjadinya hubung singkat *short circuit* dan beban lebih *over load* agar tidak terjadinya kerusakan pada motor listrik maupun kebakaran yang disebabkan oleh *short circuit* yang selalu menimbulkan bunga api [8]. *Phase failure relay* (PFR) untuk proteksi kehilangan fasa [1], serta *Thermal overload relay* (TOR) sebagai proteksi beban lebih pada motor [9]. Pengendalian sistem dilakukan menggunakan *relay* dan *relay timer* yang berfungsi mengatur waktu dan urutan pengasutan dan perpindahan *Soft Starter* antar motor [10],[11]. Selain itu, sistem dilengkapi dengan *push button* ON/OFF dan *pilot lamp* sebagai antarmuka pengoperasian dan indikator status sistem.

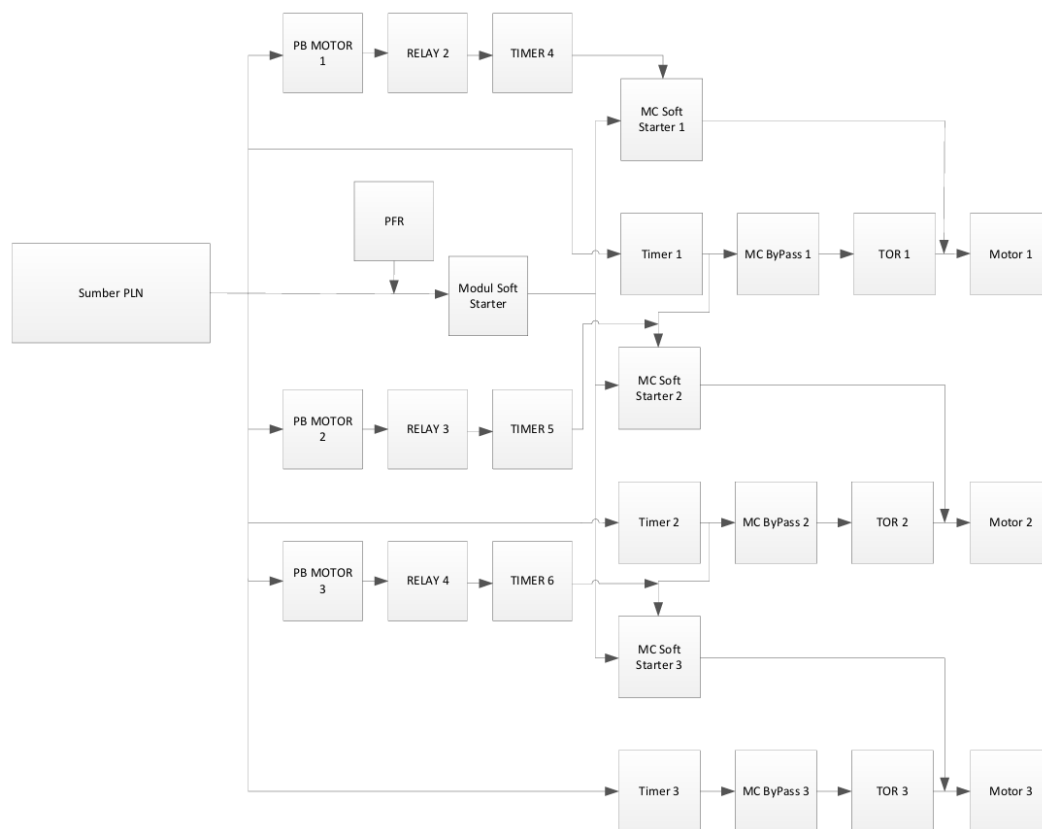
Untuk keperluan pengukuran dan pemantauan parameter listrik selama pengujian, digunakan beberapa alat ukur yang terpasang pada panel, yaitu amperemeter yang dihubungkan melalui *current transformer* (CT) untuk mengukur arus motor [12], voltmeter yang dikombinasikan dengan *selector volt* untuk memantau tegangan antar fasa, serta frekuensi meter untuk memastikan kestabilan frekuensi suplai [13]. Selain itu, pengukuran arus selama proses pengujian juga dilakukan menggunakan tang amper (*clamp meter*) sebagai alat ukur tambahan untuk memverifikasi nilai arus pengasutan motor [14]. Untuk memberikan gambaran yang lebih terstruktur mengenai

perangkat yang digunakan dalam pengujian, rincian alat dan komponen penyusun sistem *Autotransfer Soft Starter* disajikan dalam bentuk tabel. Tabel tersebut memuat daftar nama peralatan serta jumlah unit yang digunakan selama proses perancangan dan pengujian sistem, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

2.2. Perancangan Rangkaian

Perancangan rangkaian pada penelitian ini dilakukan sebagai dasar implementasi dan pengujian kinerja sistem *Autotransfer Soft Starter* pada tiga motor induksi tiga fasa. Perancangan difokuskan pada penyusunan struktur sistem yang mampu menggambarkan alur penyaluran daya, mekanisme pengendalian, serta proses pengasutan dan pengalihan motor secara berurutan. Untuk mempermudah pemahaman terhadap sistem yang dirancang, perancangan rangkaian disajikan dalam bentuk diagram blok dan *flowchart*, yang masing-masing memiliki fungsi dan peran berbeda dalam menjelaskan cara kerja sistem secara keseluruhan.

1. Diagram Blok Sistem



Gambar 1. Diagram Balok

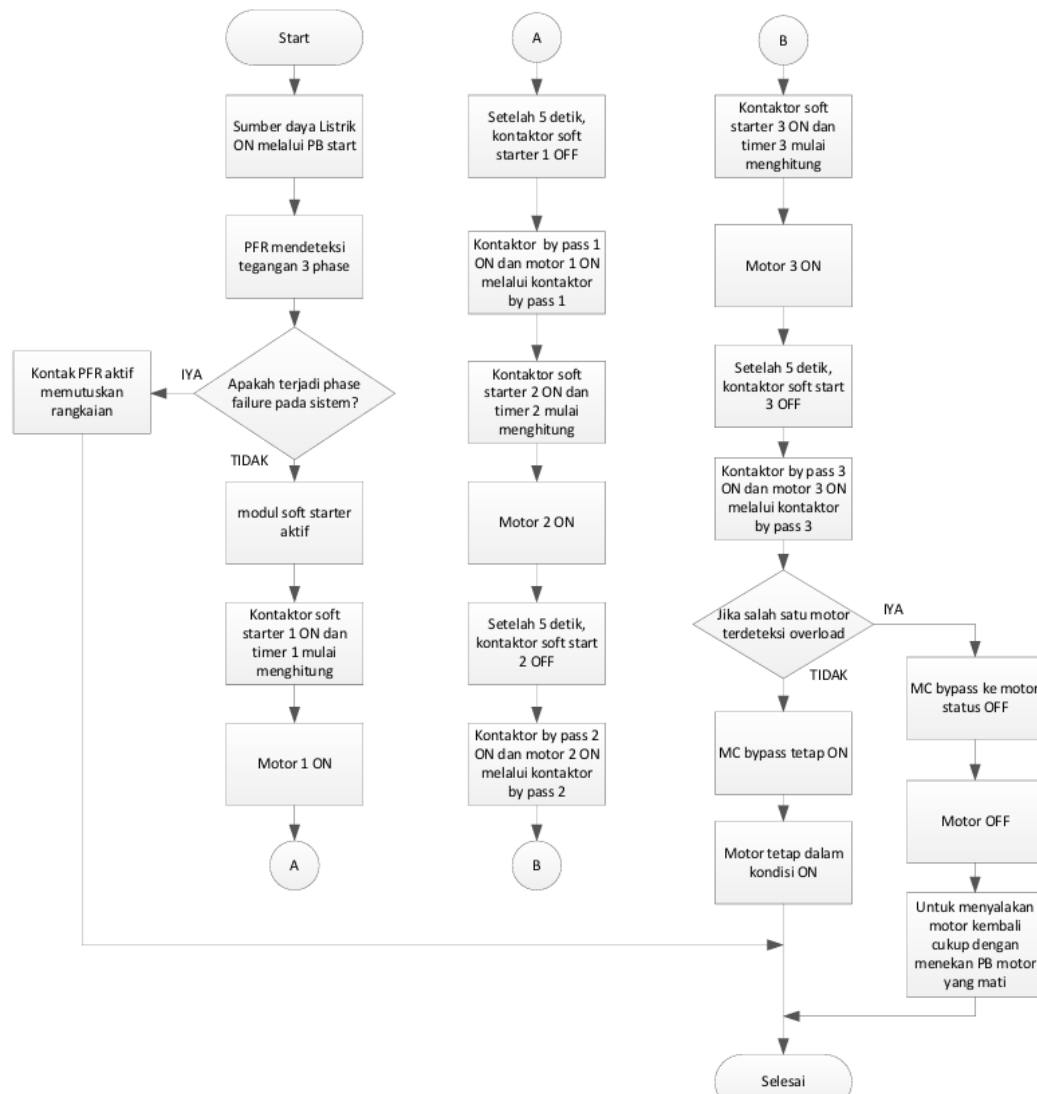
Perancangan rangkaian pada penelitian bertujuan untuk mendukung proses pengujian kinerja sistem *Autotransfer Soft Starter* pada tiga motor induksi tiga fasa. Rangkaian yang digunakan terdiri dari rangkaian pengujian utama yang menggunakan metode *soft starting* serta rangkaian pembanding dengan metode *Direct-On-Line (DOL)*. Seluruh rangkaian disusun dan dioperasikan sesuai dengan konfigurasi pengujian yang telah direalisasikan. Konfigurasi sistem *Autotransfer Soft Starter* yang digunakan selama pengujian ditunjukkan pada diagram blok sistem yang disajikan pada Gambar 1. Diagram blok tersebut menggambarkan hubungan antara sumber listrik tiga fasa, modul *Soft Starter*, sistem *Autotransfer*, perangkat proteksi, serta motor induksi yang diuji. Diagram ini digunakan sebagai acuan untuk memahami alur penyaluran daya dan proses pengendalian sistem selama pengujian berlangsung.

Rangkaian pengujian utama menggunakan satu unit *Soft Starter* yang dihubungkan secara bergantian ke tiga motor induksi tiga fasa melalui mekanisme *Autotransfer*. Proses pengasutan motor dilakukan dengan metode *soft starting* untuk mengendalikan arus awal, sebelum motor dialihkan ke kontaktor *bypass* setelah mencapai kecepatan

nominal. Sebagai pembanding kinerja sistem, digunakan rangkaian *Direct-On-Line* (DOL) yang menghubungkan motor secara langsung ke sumber listrik tiga fasa tanpa pengaturan arus pengasutan [15].

Secara umum, perancangan rangkaian dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu rangkaian daya dan rangkaian kontrol. Rangkaian daya berfungsi sebagai jalur utama penyaluran energi listrik dari sumber tiga fasa menuju motor melalui perangkat proteksi dan kontaktor. Sementara itu, rangkaian kontrol berfungsi untuk mengatur urutan pengoperasian motor, waktu pengasutan, serta proses *Autotransfer Soft Starter* antar motor selama pengujian berlangsung. Kedua rangkaian ini disusun secara terintegrasi sesuai dengan kebutuhan sistem pengujian.

2. Flowchart Sistem



Gambar 2. Flowchart

Untuk menggambarkan secara lebih rinci urutan kerja sistem pengujian, digunakan *flowchart* sebagai representasi alur proses pengoperasian sistem *Autotransfer Soft Starter*. *Flowchart* ini berfungsi untuk menjelaskan tahapan kerja sistem secara logis dan sistematis, mulai dari pemberian sumber listrik, proses pengasutan motor secara bertahap, hingga pengalihan motor ke kontaktor *bypass* setelah proses *soft starting* selesai.

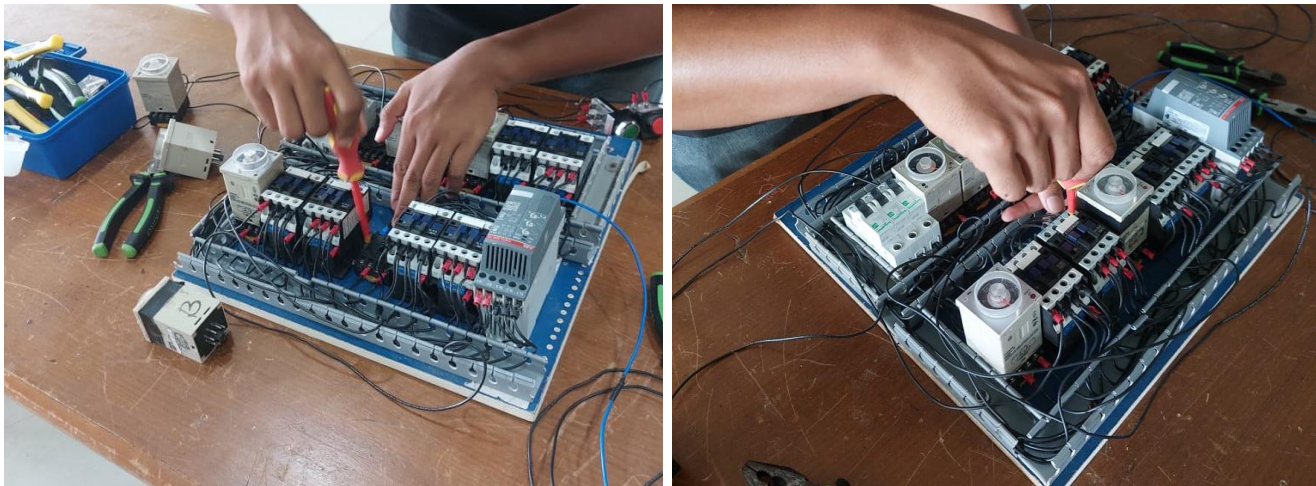
Flowchart sistem *Autotransfer Soft Starter* menunjukkan tahapan pengasutan tiga motor induksi yang dioperasikan secara bergantian menggunakan satu unit *Soft Starter*, termasuk pengaturan waktu *starting* dan logika pengendalian rangkaian kontrol. Selain itu, *flowchart* ini juga menggambarkan respons sistem terhadap kondisi gangguan, seperti terjadinya *phase failure* dan *overload* pada motor. Pada kondisi tersebut, sistem secara otomatis menghentikan operasi motor untuk mencegah kerusakan lebih lanjut pada peralatan.

Dengan adanya *flowchart* ini, hubungan antara rangkaian daya dan rangkaian kontrol dalam mengatur pengoperasian motor dapat dipahami secara lebih jelas. Alur kerja sistem *Autotransfer Soft Starter* secara keseluruhan yang ditunjukkan pada Gambar 2 menjadi acuan dalam proses implementasi dan pengujian sistem yang dirancang.

2.3. Perakitan dan Implementasi Alat

1. Perakitan

Proses perakitan rangkaian *Autotransfer Soft Starter* dilakukan berdasarkan desain rangkaian daya, rangkaian kontrol, serta perancangan mekanik yang telah ditetapkan pada tahap perancangan. Tahapan perakitan diawali dengan pemasangan komponen utama pada panel, meliputi MCCB, modul *Soft Starter*, kontaktor *Soft Starter* dan kontaktor *bypass*, *relay timer*, *Phase failure relay* (PFR), serta *Thermal overload relay* (TOR). Selanjutnya menginstalasi rangkaian daya dan kontrol sesuai dengan diagram sistem menggunakan kabel NYAF 2,5 untuk rangkaian daya dan NYAF 1,5 untuk rangkaian kontrol. Selain itu, perangkat *monitoring* seperti voltmeter, amperemeter, dan frekuensi meter digunakan agar dapat menampilkan tegangan, arus, dan frekuensi selama alat digunakan. Proses perakitan alat secara keseluruhan dapat ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Perakitan Alat, (a) kontak *relay*, (b) kontak kontaktor.

2. Implementasi Alat

Tahap implementasi dilakukan dengan menghubungkan alat ke tiga motor induksi tiga fasa sebagai beban uji setelah dilakukan pemeriksaan awal sistem. Pemeriksaan meliputi verifikasi tegangan kerja tiga fasa sebesar 380 V, pengecekan koneksi antar komponen, serta pengujian fungsi perangkat proteksi dan pengendali. Setelah sistem dinyatakan siap, alat dioperasikan sesuai dengan prinsip kerja *Autotransfer*, di mana satu unit *Soft Starter* digunakan secara bergantian untuk melakukan *starting* pada setiap motor berdasarkan pengaturan waktu pada *relay timer*. Setelah motor mencapai kondisi *steady-state*, sistem secara otomatis mengalihkan suplai daya ke kontaktor *bypass* melalui fungsi *relay*. Implementasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa proses *soft starting*,

perpindahan antar motor, serta sistem proteksi dapat bekerja sesuai dengan perancangan, dan hasil implementasi menunjukkan bahwa alat mampu beroperasi secara stabil sesuai dengan fungsi yang direncanakan.

Selain pengujian fungsi dasar sistem, tahap implementasi juga difokuskan pada pengamatan kinerja alat selama proses pengasutan dan perpindahan beban antar motor. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa setiap motor menerima suplai daya sesuai urutan dan waktu yang telah ditetapkan, serta bahwa proses pengalihan dari *Soft Starter* ke kontaktor *bypass* berlangsung tanpa menimbulkan gangguan operasi. Selama sistem beroperasi, kestabilan kerja dan kontinuitas suplai daya diamati secara kualitatif untuk menilai kesesuaian kinerja alat terhadap perancangan yang telah ditetapkan. Seluruh proses implementasi instalasi alat ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Perakitan Alat

2.4. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem *Autotransfer Soft Starter* pada tiga motor induksi tiga fasa. Seluruh pengujian dilaksanakan dalam kondisi tanpa beban mekanik dengan tujuan untuk memfokuskan pengamatan pada kinerja sistem kontrol dan karakteristik arus *starting* motor tanpa dipengaruhi oleh variasi beban. Pendekatan ini dipilih untuk memastikan bahwa respons sistem *Autotransfer*, pengaturan *Soft Starter*, serta proses perpindahan suplai daya antar motor dapat diamati secara jelas dan terukur.

Pengujian diawali dengan pemeriksaan awal sistem, meliputi pengecekan tegangan suplai tiga fasa sebesar 380 V, verifikasi koneksi rangkaian daya dan rangkaian kontrol, serta pengujian fungsi perangkat proteksi. Setelah sistem dinyatakan siap, motor induksi dioperasikan menggunakan metode pengasutan yang telah ditentukan, yaitu *Direct-On-Line* (DOL) dan *soft starting* dengan setelan 50% serta 70%. Selama proses *starting*, dilakukan pengukuran arus motor hingga mencapai kondisi *steady-state*.

Proses *Autotransfer* dijalankan secara otomatis berdasarkan pengaturan waktu pada *relay timer*, di mana satu unit *Soft Starter* digunakan secara bergantian untuk melakukan *starting* pada tiga motor induksi secara berurutan. Setelah motor mencapai kecepatan nominal, sistem secara otomatis mengalihkan suplai daya ke kontaktor *bypass*. Setiap skenario pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan dengan prosedur yang sama untuk memperoleh hasil pengukuran yang konsisten dan meningkatkan keandalan data pengujian.

2.5. Teknik Pengambilan dan Analisis Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini berupa arus *starting* motor induksi tiga fasa selama proses pengasutan. Pengukuran dilakukan pada tiga motor induksi tiga fasa dengan spesifikasi yang sama menggunakan tiga metode pengasutan, yaitu *Direct-On-Line* (DOL), *soft starting* dengan setelan 50%, dan *soft starting* dengan setelan 70%. Seluruh pengujian dilaksanakan dalam kondisi tanpa beban mekanik untuk mengevaluasi karakteristik arus *starting* serta kinerja sistem kontrol *Autotransfer Soft Starter* secara lebih terfokus tanpa pengaruh beban luar.

Rincian parameter yang diukur, metode pengujian, dan kondisi pengujian yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Setelan 50% dan 70% pada *Soft Starter* merepresentasikan tingkat pembatasan arus starting terhadap nilai arus starting metode *Direct-On-Line* (DOL). Setelan 50% bertujuan menurunkan arus starting hingga sekitar 50% dari arus starting DOL, sedangkan setelan 70% bertujuan menurunkan arus starting hingga sekitar 70%. Pemilihan dua tingkat setelan ini dimaksudkan untuk menganalisis pengaruh variasi pembatasan arus terhadap karakteristik pengasutan motor induksi tiga fasa serta membandingkan efektivitas masing-masing setelan dalam menekan arus awal.

Pencatatan data dilakukan berdasarkan pembacaan alat ukur pada saat arus mencapai nilai maksimum awal selama proses *starting*. Setiap skenario pengujian diulang sebanyak tiga kali dengan prosedur yang sama dan kondisi lingkungan yang relatif konstan untuk meningkatkan keandalan dan konsistensi data. Data arus *starting* yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan nilai arus starting antara metode DOL dan metode *soft starting* pada setelan 50% dan 70%, sehingga pengaruh penggunaan *Soft Starter* terhadap penurunan arus starting motor induksi tiga fasa dapat dievaluasi secara jelas dan terukur.

Tabel 2. Teknik Pengambilan Data Pengujian

No	Parameter yang Diukur	Metode Pengujian	Kondisi Pengujian
1	Arus start	<i>Direct-On-Line</i> (DOL)	Tanpa beban
2	Arus start	<i>Soft starting</i> 50%	Tanpa beban
3	Arus start	<i>Soft starting</i> 70%	Tanpa beban

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Pengujian dilakukan untuk membandingkan arus *starting* motor induksi tiga fasa menggunakan metode *Direct-On-Line* (DOL) dan metode *Autotransfer Soft Starter*. Pengujian diterapkan pada tiga motor induksi yang dioperasikan secara berurutan dengan selang waktu pengoperasian sebesar 8 detik dan 16 detik menggunakan sistem *Autotransfer Soft Starter*. Parameter yang diamati pada pengujian ini adalah besarnya arus *starting* yang dihasilkan oleh masing-masing metode *starting*. Hasil pengujian arus *starting* motor pada setiap kondisi pengujian disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan data yang diperoleh, terlihat perbedaan nilai arus *starting* antara metode DOL dan auto *Soft Starter* pada seluruh motor yang diuji. Nilai arus *starting* yang dihasilkan oleh metode auto *Soft Starter* lebih rendah dibandingkan metode DOL pada setiap kondisi pengujian.

Tabel 3. Hasil Pengujian Arus *Starting* Motor Induksi Tiga Fasa

No	Kondisi Pengujian	Metode <i>Starting</i>	Arus <i>Starting</i> (A)	Persentase Arus terhadap DOL (%)
1	Motor 1 (<i>start awal</i>)	DOL	22,5	100
		<i>Soft Starter</i> 50%	11,25	50
		<i>Soft Starter</i> 70%	6,75	30
2	Motor 2 (8 detik setelah)	DOL	22,5	100
		<i>Soft Starter</i> 50%	11,25	50
		<i>Soft Starter</i> 70%	6,75	30
3	Motor 3 (16 detik setelah)	DOL	22,5	100
		<i>Soft Starter</i> 50%	11,25	50
		<i>Soft Starter</i> 70%	6,75	30

Berdasarkan hasil pengujian, metode *Soft Starter* dengan pengaturan 50% menghasilkan arus *starting* sebesar 11,25 A atau setara dengan 50% dari arus *starting* metode DOL. Pada pengaturan 70%, arus *starting* yang

dihasilkan sebesar 6,75 A atau sekitar 30% dari arus *starting* metode DOL. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *Soft Starter* mampu menurunkan arus *starting* motor secara signifikan dibandingkan metode DOL.

3.2. Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan perbedaan yang signifikan antara metode *Direct-On-Line* (DOL) dan metode *Autotransfer Soft Starter* terhadap arus *starting* motor induksi tiga fasa. Metode DOL menghasilkan arus *starting* sebesar 22,5 A, yaitu sekitar lima kali arus nominal motor sebesar 4,5 A. Hal ini terjadi karena tegangan diberikan secara penuh pada saat motor mulai beroperasi, sehingga arus awal yang mengalir menjadi sangat besar. Kondisi ini berpotensi menurunkan kualitas daya serta mempercepat penurunan umur motor dan peralatan listrik lainnya.

Pada metode *soft starting* pengaturan persentase menunjukkan tingkat reduksi arus *starting* terhadap kondisi *Direct-On-Line* (DOL). Pengaturan 50% berarti arus *starting* direduksi sebesar 50% dari arus DOL, sedangkan pengaturan 70% menunjukkan reduksi arus sebesar 70%, sehingga arus output yang dihasilkan masing-masing sebesar 11,25(50%) dan 6,75(30%) dari arus *starting* DOL. Secara teori, arus *starting* motor induksi berbanding lurus dengan tegangan yang diberikan pada stator. Metode *Soft Starter* bekerja dengan menurunkan tegangan awal secara bertahap, sehingga arus *starting* dapat ditekan dan lonjakan arus dapat dihindari sebagaimana terjadi pada metode DOL. Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penggunaan *Soft Starter* mampu menurunkan arus *starting* motor induksi tiga fasa hingga kisaran 40–70% dibandingkan metode DOL, tergantung pada pengaturan tegangan awal yang digunakan. Nilai arus *starting* yang identik pada setiap motor disebabkan oleh penggunaan motor induksi dengan spesifikasi yang sama serta kondisi pengujian yang dilakukan tanpa beban. Selain itu, perbedaan selang waktu pengoperasian sebesar 8 detik dan 16 detik tidak mempengaruhi besarnya arus *starting* karena setiap motor memulai operasi dari kondisi diam dengan karakteristik yang serupa.

Selain itu, pengujian sistem *Autotransfer Soft Starter* menunjukkan bahwa satu unit *Soft Starter* dapat digunakan untuk mengoperasikan tiga motor secara bergantian dengan selang waktu 8 detik dan 16 detik tanpa menimbulkan lonjakan arus yang berlebihan. Proses perpindahan *Soft Starter* ke kontaktor *bypass* berjalan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, sehingga setiap motor dapat beroperasi secara normal setelah proses *starting* selesai. Dengan demikian, sistem *Autotransfer Soft Starter* dinilai efektif dalam menekan arus *starting* sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan perangkat pada sistem multi-motor.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa metode *Autotransfer Soft Starter* mampu menurunkan arus *starting* motor induksi tiga fasa secara signifikan dibandingkan metode *Direct-On-Line* (DOL). Metode DOL menghasilkan arus *starting* tertinggi, yaitu sekitar lima kali arus nominal motor, sedangkan penggunaan *Soft Starter* dengan pengaturan tertentu mampu menekan arus *starting* hingga mendekati arus nominal motor.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengaturan *Soft Starter* sebesar 50% dan 70% masing-masing mampu menurunkan arus *starting* sekitar 50% dan 70% dibandingkan metode *Direct-On-Line* (DOL). Selain itu, sistem *Autotransfer Soft Starter* yang dirancang mampu mengoperasikan tiga motor induksi atau lebih secara berurutan dengan selang waktu perpindahan yang dapat diatur. Pada pengujian ini, digunakan selang waktu perpindahan motor sebesar 8 detik dengan memanfaatkan satu unit *Soft Starter*, tanpa menimbulkan lonjakan arus yang berlebihan.

Dengan demikian, sistem *Autotransfer Soft Starter* dinilai efektif dalam meningkatkan efisiensi penggunaan perangkat serta menjaga keandalan sistem pada aplikasi industri multi-motor. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan menambahkan pemantauan parameter lain, seperti torsi dan suhu motor, untuk memperoleh evaluasi kinerja sistem yang lebih menyeluruh.

❖ UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih seluruh pihak yang telah memberikan masukan selama proses pelaksanaan penelitian serta penyempurnaan artikel ini.

❖ DAFTAR PUSTAKA

- [1] Syaprudin, Y. Nugraha, and A. Triyanto, "Prototipe Proteksi Motor 3 Fasa Menggunakan Rele PFR NJYB315," *Jurnal Ilmu Komputer dan Science*, vol. 2, no. 5, May 2023, Accessed: Jan. 06, 2025. [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/oktal/article/view/2752/1213>
- [2] B. D. Nugraha, Safaruddin, and A. D. Andre, "ANALISIS SISTEM STARTING *SOFT STARTER* MOTOR LISTRIK PT.SEMEN BATURAJA," Jul. 2022. Accessed: Jan. 06, 2025. [Online]. Available: <https://azramedia-indonesia.azramediaindonesia.com/index.php/Kapalamada/article/view/280/253>
- [3] I. A. Lumbangaol, Andira, M. Ikbali, D. J. Sinaga, and A. Sinuraya, "Studi Starting Dan Resistansi Stator Terhadap Slip, Arus Awal, Dan Kualitas Daya Motor Induksi," *Jurnal Ilmiah Nusantara (JINU)*, vol. 3, no. 1, pp. 272–282, 2026, [Online]. Available: <https://ejurnal.kampusakademik.co.id/index.php/jinu/article/view/7519>
- [4] H. Naldi, E. Zondra, and H. Yuvendius, "Studi Pengaruh Pemasangan Soft Stater Motor Induksi Tiga Fasa Pada Tisu Machine Di PT. Pindo Deli Perawang," *Jurnal Teknik*, vol. 15, pp. 104–112, 2021, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/361966334_Studi_Pengaruh_Pemasangan_Soft_Stater_Motor_Induksi_Tiga_Fasa_Pada_Tisu_Machine_di_PT_Pindo_Deli_Perawang
- [5] M. Arifin and Umar, "Analisis Perbandingan Arus Starting Motor Induksi 3 Fasa Rangkaian Star Delta Dengan Variable Frequency Drive," pp. 189–195, 2021, doi: 10.33795/eltek.v23i2.6461. Available: <https://proceedings.ums.ac.id/rapi/article/view/159/159>
- [6] M. A. Satria, Safaruddin, and A. D. Andre, "Analisa Sistem Starting Dol (Direct On Line) Pada Motor Listrik PT. Semen Baturaja," *Jurnal Multidisipliner Bharasumba*, vol. 1, pp. 395–402, 2022, [Online]. Available: <https://azramedia-indonesia.azramediaindonesia.com/index.php/bharasumba/article/view/286/255>
- [7] M. G. Maulana, "Rancang Bangun Soft Starting Motor Induksi 3 Phase," Jakarta, 2023. Accessed: Jan. 06, 2025. [Online]. Available: [https://repository.pnj.ac.id/13535/1/Halaman Identitas - Lampiran.pdf](https://repository.pnj.ac.id/13535/1/Halaman%20Identitas%20-%20Lampiran.pdf)
- [8] Y. Adhimanata and S. Dhiya A, "Rancangan Panel Kapasitor Bank untuk Meningkatkan Efisiensi dan Keamanan Sistem Daya Industri," *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 7, pp. 227–232, 2024, [Online]. Available: <https://pels.umsida.ac.id/index.php/PELS/article/view/1449/1103>
- [9] M. Khabib, A. Wiweko, and M. S. Siregar, "Mutiar Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia Analisis Kemampuan Thermal Overload Relay pada Panel Kemudi KM. Dharma Rucitra VII saat Kandas di Pelabuhan Wae Kelambu," *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 223–234, Oct. 2023, Accessed: Jan. 06, 2025. [Online]. Available: <https://jurnal.tiga-mutiara.com/index.php/jimi/article/view/61/56>
- [10] M. T. S. Pratika, I. N. Piarsa, and A. A. Kt. A. C. Wiranatha, "Rancang Bangun Wireless Relay dengan Monitoring Daya Listrik Berbasis Internet of Things," *Ilmiah Teknologi dan Komputer*, vol. 2, no. 3, 2021, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/351382-rancang-bangun-wireless-relay-dengan-mon-9988f913.pdf>
- [11] F. A. K. Yudha, A. W. Nugroho, and T. Wahyono, "Rancang Bangun Trainer Otomasi PLC Outseal 16 I/O," *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics*, vol. 7, no. 1, pp. 51–62, 2022, doi: 10.33021/jmem.v7i1.3377. Available: <https://ejournal.president.ac.id/index.php/JMEM/article/view/3377>
- [12] T. Sutrisno, S. Dinata, and W. A. Nurtiyanto, "Perancangan Panel Distribusi Daya Listrik (SDP) Untuk Gedung Kampus Universitas Sutomo," *EPIC Journal of Electrical Power Instrumentation and Control*, vol. 5, no. 2, pp. 167–177, Dec. 2022, doi: 10.32493/epic.v5i2.27538. Available: <https://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit/article/view/167/pdf>

- [13] D. A. Artha and Habibullah, “Perancangan Generator Thermoelectric Untuk Charger Smartphone Menggunakan Peltier,” *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 3, no. 1, pp. 288–297, 2022, [Online]. Available: <http://jtein.ppj.unp.ac.id/index.php/JTEIN/article/view/250/121>
- [14] M. A. S. Antara, I. W. A. Suteja, I. G. E. W. Putra, and I. B. P. Widja, “Sistem Pengukuran Listrik dengan Sensor Current Transformer TA12-100,” *PROtek: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 36–43, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/10.33387/protk.v9i1.3963>
- [15] A. Dani and D. Erivianto, “Studi Perbandingan Arus Start Motor Induksi Sistem Pengasutan Dol Dan Star Delta Menggunakan Automation Studio,” vol. 4, no. 4, pp. 413–423, 2023, [Online]. Available: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/106811332/1103-libre.pdf?1697904258=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DStudi_Perbandingan_Arus_Start_Motor_Indu.pdf&Expires=1766588946&Signature=GiT4I5grsNVA99dSwQpWLSbG2KbkLhEgC464Jkzw0UIAUeKW3g-Bxiwj