

Bidang: Teknik Elektro, Listrik, dan Otomasi

Topik: Kontrol dan otomasi

## Studi Literatur: Penggunaan Metode Formal dan Terstruktur Pembuatan Program Programmable Logic Controller

Taufik Muchtar<sup>1</sup> dan Lutfi<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup>Politeknik ATI Makassar

taufik@atim.ac.id , lutfi@atim.ac.id\*

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengkaji penerapan metode formal dan terstruktur dalam pembuatan program Programmable Logic Controller (PLC) dengan menganalisis literatur pada berbagai artikel jurnal. Metode penelitian adalah literatur revidu. Seleksi artikel dilakukan menggunakan panduan prisma diagram untuk memastikan hasil pencarian sesuai dengan kriteria penelitian. Melalui tinjauan literatur sistematis yang menggunakan kata kunci terkait pada Google Scholar dan aplikasi Harzing's *Publish or Perish*. Hasil penelitian menemukan bahwa dari dua belas artikel yang ditinjau, tidak ada yang menyebutkan secara spesifik model atau metode pembuatan program PLC. Meskipun metode penelitian yang digunakan pada masing-masing artikel beragam, tahapan pengembangan program PLC umumnya tidak disajikan secara mendetail. Hasil pencarian tambahan, ditemukan beberapa makalah yang memanfaatkan pendekatan formal seperti model Petri Net dan Signal Interpreted Petri Net (JPST), yang menunjukkan efektivitas dalam menyusun sistem kontrol yang handal dan terdokumentasi. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi penting terhadap pembelajaran dan pengembangan teori dalam pemrograman PLC, khususnya bagi praktisi dan akademisi yang terlibat dalam pengembangan sistem kendali otomatis di lingkungan industri.

**Kata kunci:** Programmable Logic Controller (PLC), metode formal, Systematic literature review, Petri Net, Control systems

### ABSTRACT

*This study aims to examine the application of formal and structured methods in the development of Programmable Logic Controller (PLC) programs by analyzing literature from various journal articles. The research method employed is a literature review, with article selection guided by the PRISMA diagram to ensure search results meet the study criteria. A systematic literature review was conducted using relevant keywords on Google Scholar and Harzing's Publish or Perish application. Findings reveal that of the twelve articles reviewed, none specifically mention a model or method for developing PLC programs. Although the research methods used across the articles are diverse, the steps for PLC program development are generally not presented in detail. Additional searches identified several papers that use formal approaches, such as the Petri Net and Signal Interpreted Petri Net (JPST) models, which demonstrate effectiveness in designing reliable and well-documented control systems. This research is expected to provide significant contributions to the learning and theoretical development of PLC programming, particularly for practitioners and academics involved in the development of automatic control systems in industrial settings.*

**Keywords:** Programmable Logic Controller (PLC), Formal methods, Systematic literature review, Petri Net, Control systems

### PENDAHULUAN

Penggunaan metode formal dalam pembuatan program *Programmable Logic Controller* (PLC) sangat penting untuk memastikan bahwa pengembangan sistem kendali dilakukan secara terstruktur, terkontrol, dan efektif. Sebagai otak dari sistem otomatisasi di berbagai sektor industri, PLC memainkan peran vital dalam menjaga kelancaran operasi, meningkatkan efisiensi, dan mencegah kegagalan yang dapat berisiko pada keamanan maupun produktivitas.

Pendekatan formal dalam pembuatan program PLC mencakup tahapan mulai dari analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, hingga verifikasi dan pengujian program. Setiap langkah ini dirancang untuk memastikan bahwa program PLC tidak hanya berfungsi sesuai spesifikasi tetapi juga mampu beradaptasi dengan kondisi operasi yang dinamis dan memiliki ketahanan terhadap potensi kegagalan sistem. Metode formal juga meningkatkan dokumentasi dan pemeliharaan di masa depan. Dengan adanya struktur yang jelas dan proses dokumentasi pada setiap tahap, metode ini memudahkan insinyur dalam melakukan pembaruan dan pemeliharaan program secara efektif. Hal ini sangat penting terutama dalam lingkungan industri di mana perubahan kebutuhan atau perbaikan sangat mungkin terjadi.

Singkatnya, metode formal dalam pemrograman PLC bukan hanya sekedar pedoman teknis, tetapi juga merupakan upaya strategis untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan operasi dalam sistem otomatisasi industri.

Penggunaan metode formal dalam pembuatan program *Programmable Logic Controller* (PLC) adalah pendekatan terstruktur yang dirancang untuk memastikan bahwa setiap tahap pengembangan program dikendalikan secara sistematis, sehingga program yang dihasilkan berkualitas tinggi, andal, dan memenuhi kebutuhan sistem otomatisasi. Dalam lingkungan industri yang semakin canggih, PLC memegang peran penting sebagai otak dari berbagai sistem otomatisasi, mulai dari lini produksi hingga pengendalian fasilitas vital seperti jaringan listrik, mesin pabrik, dan peralatan rumah pintar.

Metode formal, insinyur dan teknisi dapat memastikan bahwa proses pembuatan program PLC tidak hanya memenuhi spesifikasi teknis yang diinginkan tetapi juga meminimalkan risiko kegagalan sistem, memaksimalkan efisiensi operasional, dan meningkatkan keselamatan kerja. Metode ini melibatkan beberapa tahap, mulai dari analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi kode, hingga pengujian dan dokumentasi. Metode Petri Net adalah teknik pemodelan yang bersifat kontrol diskrit dan juga digunakan dalam proses otomasi dengan cara dikonversi ke ladder diagram [1].

Dalam praktiknya, metode formal menjadi lebih krusial karena sistem yang dikendalikan oleh PLC sering kali merupakan sistem yang berisiko tinggi, di mana kegagalan sistem bisa berdampak pada keselamatan manusia, kerugian material, atau bahkan gangguan operasional yang besar. Oleh karena itu, setiap langkah dalam proses perancangan program harus dilakukan dengan cermat, menggunakan alat bantu seperti diagram alur, simulasi perangkat lunak, dan pengujian lapangan sebelum sistem sepenuhnya dioperasikan. Pendekatan ini juga memungkinkan pemeliharaan yang lebih mudah karena seluruh dokumentasi dan program disusun dengan standar yang jelas dan transparan.

Pengantar ini menekankan bahwa pemrograman PLC yang efektif bukan hanya sekedar menulis kode, tetapi merupakan proses yang membutuhkan pendekatan sistematis dan disiplin tinggi. Setiap tahapan dalam metode formal memastikan bahwa program yang dihasilkan tidak hanya bekerja sesuai harapan, tetapi juga siap untuk berkembang mengikuti perubahan kebutuhan dan teknologi di masa depan.

## METODE PENELITIAN

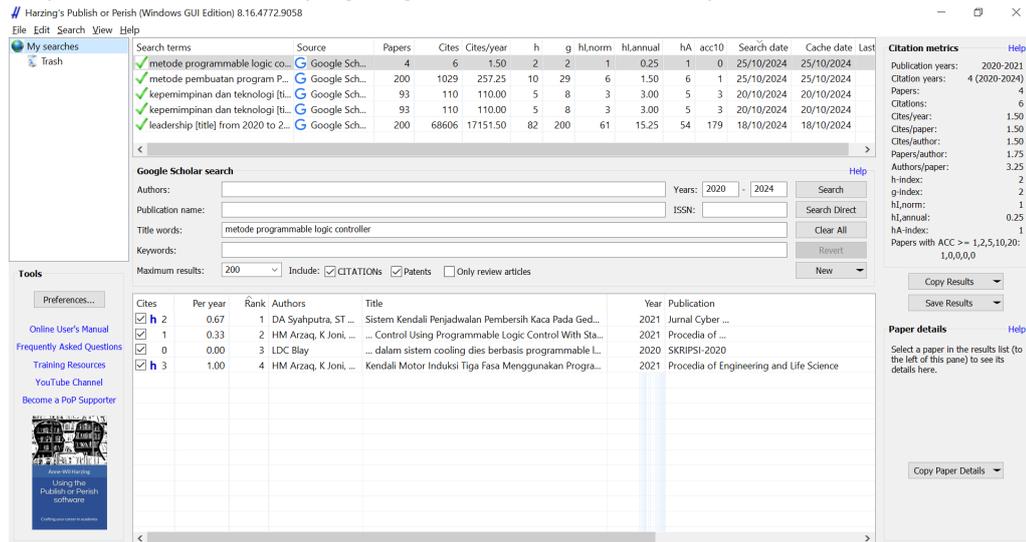
Penelitian ini bertujuan mengkaji penggunaan metode formal dan terstruktur dalam pemrograman *Programmable Logic Controller* (PLC) yang terdapat dalam berbagai artikel jurnal melalui tinjauan literatur sistematis. Peneliti melakukan *systematic review* dengan memanfaatkan artikel-artikel ilmiah yang diperoleh dari Google Scholar. Dalam proses tinjauan ini, kata kunci seperti "programmable logic controller" dan "rancang" digunakan untuk mencari artikel yang relevan di database online. Pembatasan tahun terbit 2020 – 2024 dipilih agar diperoleh makalah atau referensi yang terbaru. Seleksi artikel dilakukan menggunakan panduan prisma diagram untuk memastikan hasil pencarian sesuai dengan kriteria penelitian. Tinjauan literatur dilakukan secara bertahap dan difokuskan pada artikel yang tersedia di Google Scholar dengan menerapkan filter tertentu. Untuk memudahkan pencarian dan seleksi artikel, penelitian ini memanfaatkan aplikasi *Harzing's Publish or Perish*. Metode kajian pustaka menjadi pendekatan utama dalam penelitian ini, yang berfungsi sebagai dasar untuk analisis mendalam dan kritis terhadap berbagai referensi yang relevan. Proses ini mencakup pengumpulan informasi dari beragam sumber untuk memperoleh ide-ide baru dan pandangan yang nantinya disusun menjadi kesimpulan berdasarkan pengetahuan yang ada. Melalui kajian pustaka ini, penelitian dapat membangun kerangka teori terbaru atau menjadi dasar untuk menemukan solusi terhadap permasalahan yang sedang diteliti.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut diuraikan hasil literatur *review* dengan seleksi atau filter

1. Pengaturan 1.
  - a. Pada judul (title words) dimasukkan: metode programmable logic controller
  - b. tahun terbit: 2020 – 2024
  - c. Maximum results: 200Hasil yang diperoleh: 4 makalah

Hasil filter ini menunjukkan hanya 4 makalah yang menggunakan judul tersebut. Pengaturan 1 dilakukan agar aplikasi dapat memfilter makalah yang diinginkan dan tidak terlalu banyak.



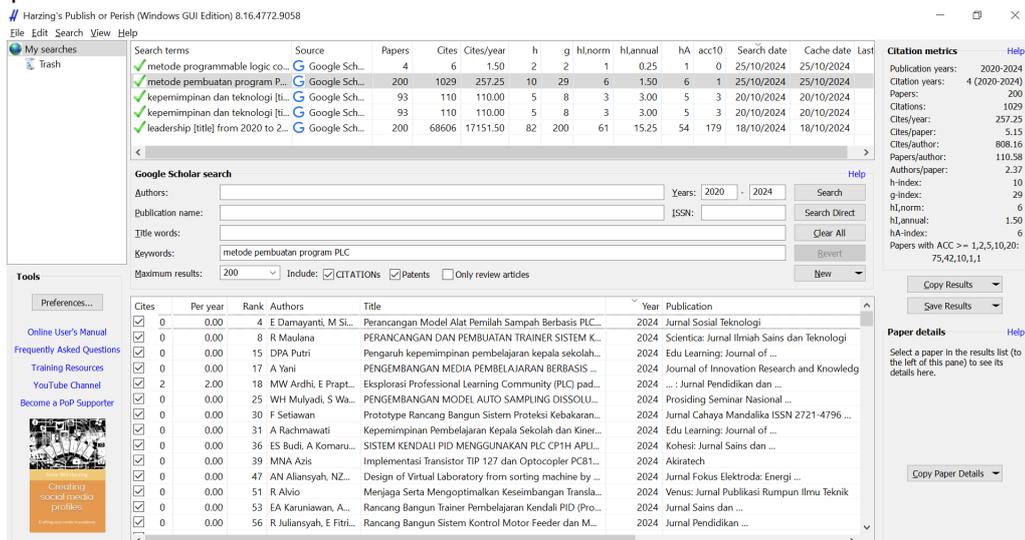
Gambar 1. Hasil pencarian dan seleksi 1 dengan aplikasi Harzing's Publish or Perish

2. Pengaturan 2.

- Pada kata kunci (keywords) dimasukkan: metode programmable logic controller
- tahun terbit: 2020 – 2024
- Maximum results: 200

Hasil yang diperoleh: 200 makalah

Hasil filter ini menunjukkan 200 makalah yang menggunakan kata-kata kunci tersebut. Namun ini tidak berarti dari filer tersebut hanya 200 makalah. Jika setting maximum resultsnya dinaikkan, mungkin akan diperoleh di atas 200. Hanya saja filter ini mungkin terlalu banyak dan terlalu banyak makalah yang harus direviu dan tidak sesuai yang diharapkan.

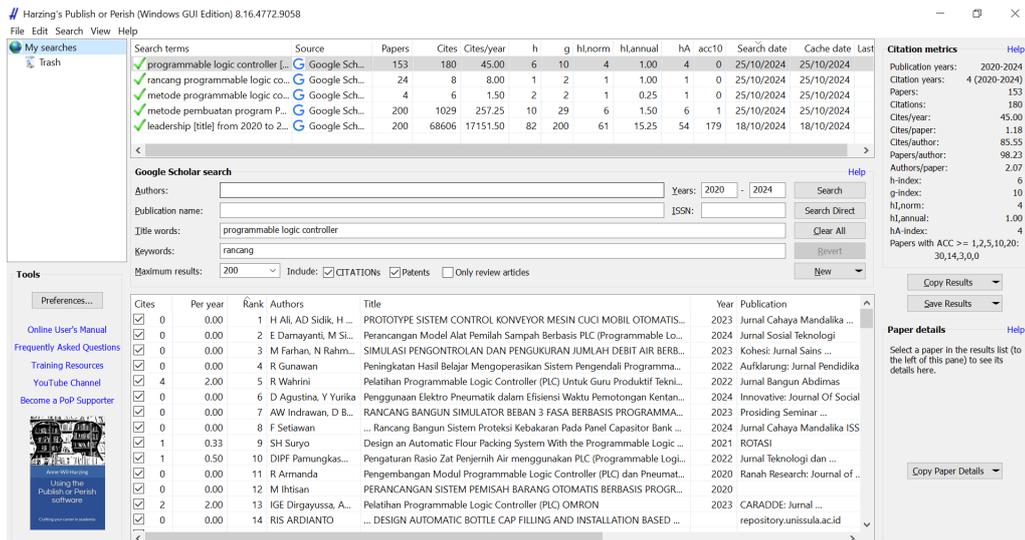


Gambar 2. Hasil pencarian dan seleksi 2 dengan aplikasi Harzing's Publish or Perish

3. Pengaturan 3.

- Pada judul (title words) dimasukkan: programmable logic controller
- Pada kata kunci (keywords) dimasukkan: rancang
- tahun terbit: 2020 – 2024
- Maximum results: 200

Hasil yang diperoleh: 200 makalah

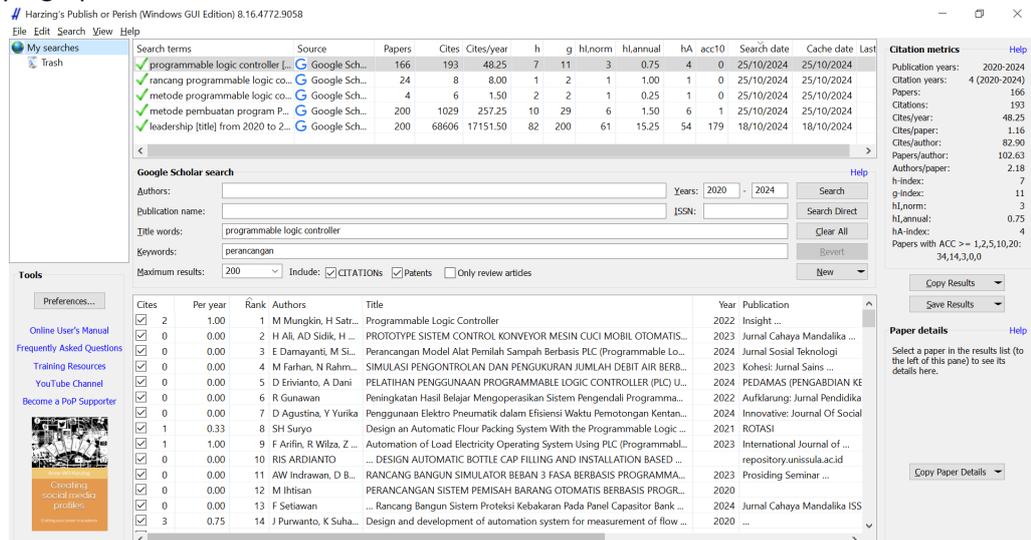


Gambar 3. Hasil pencarian dan seleksi 3 dengan aplikasi Harzing's Publish or Perish

4. Pengaturan 4.

- Pada judul (title words) dimasukkan: programmable logic controller
- Pada kata kunci (keywords) dimasukkan: perancangan
- tahun terbit: 2020 – 2024
- Maximum results: 200

Hasil yang diperoleh: 166 makalah

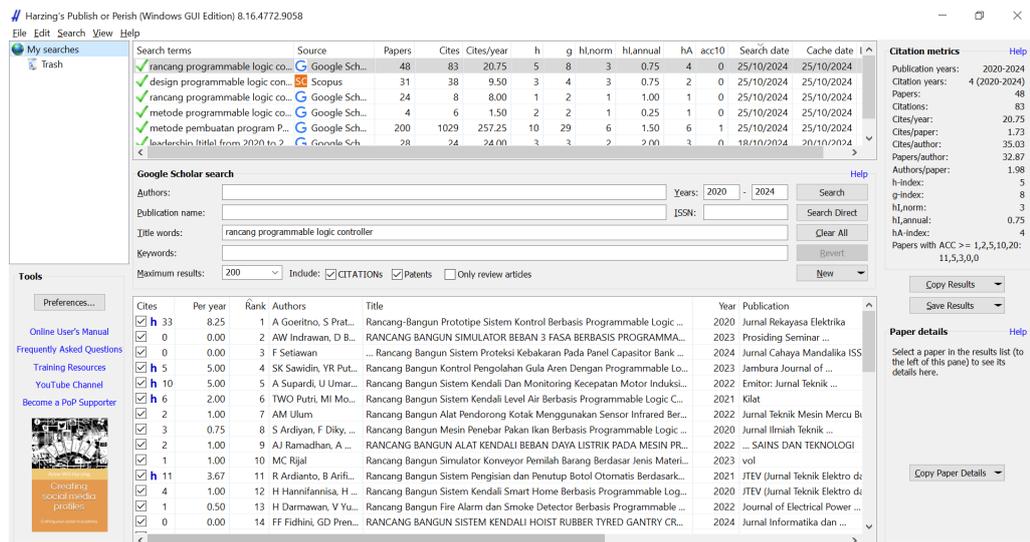


Gambar 4. Hasil pencarian dan seleksi 4 dengan aplikasi Harzing's Publish or Perish

5. Pengaturan 5.

- Pada judul (title words) dimasukkan: programmable logic controller
- Pada kata kunci (keywords) dimasukkan: perancangan
- tahun terbit: 2020 – 2024
- Maximum results: 200

Hasil yang diperoleh: 48 makalah



Gambar 5. Hasil pencarian dan seleksi 5 dengan aplikasi Harzing's Publish or Perish

Makalah yang direviu adalah pengaturan 5. Pada pengaturan diperoleh 48 referensi. Dari 48 referensi ini, beberapa sumber berupa tugas akhir, tesis, dan tidak bisa di download. Hasil seleksi diperoleh 12 makalah untuk direviu. Berikut adalah hasil revidu dari 12 makalah tersebut.

**Makalah 1.** Judul *Prototipe Rancang Bangun Sistem Proteksi Kebakaran Pada Panel Kapasitor Bank Dengan Menggunakan Programmable Logic Controller Zelio Dengan Media Pemadaman Gas FM 200*. Penulisnya Ferry Setiawan, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Tama Jagakarsa. Penerbit Jurnal Cahaya Mandalika (JCM). Tahun terbit 2020. Metode pembuatan program PLC, tidak disebutkan secara spesifik. **Kesimpulan**, Sistem proteksi kebakaran yang dirancang menggunakan PLC Zelio sebagai pengendali utama terbukti efektif dalam mendeteksi dan merespons dua parameter kritis: asap dan suhu tinggi. Sistem ini mampu mengaktifkan alarm, bel, lampu indikator, serta memicu solenoid untuk mengeluarkan gas FM 200 guna memadamkan kebakaran yang terdeteksi. PLC memberikan keunggulan dalam kemampuannya diprogram sesuai parameter yang diinginkan, dan sistem ini juga dapat diintegrasikan dengan perangkat proteksi lain di masa depan. Penggunaan teknologi modern seperti PLC dalam pengendalian sistem otomatis sangat mendukung keamanan di lingkungan industri [2].

**Makalah 2.** Judul *Rancang Bangun Trainer Programmable Logic Controller dan Pneumatik*. Penulis, Vinda Setya Kartika, Ilham Sayekti, Samuel Beta Kuntardjo, Tulus Pramuji, Aminuddin Rizal, Suryono, Alviandi Prasetyo Aji, Astri Suryandari, Deni Ramadhani, dan Ladifa Dwi Adani, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang. Penerbit Jurnal **SENTRIKOM**, Vol. 6, 2024. Tahun 2024. Metode pembuatan program PLC, tidak ada disebutkan secara spesifik. Diuraikan metode rancang bangun dalam pembuatan trainer PLC dan pneumatik sebagai alat peraga pembelajaran. **Pemrograman** menggunakan software CX-Programmer untuk pemrograman PLC dengan bahasa pemrograman Ladder Diagram. Program ini memungkinkan alat bekerja sesuai skenario otomatisasi yang diinginkan, menghubungkan input dan output secara digital. Trainer yang dirancang berhasil berfungsi sebagai media pembelajaran yang efektif, memungkinkan mahasiswa untuk memahami prinsip kerja PLC dan pneumatik melalui simulasi yang interaktif. Trainer ini dilengkapi dengan pengaturan dan antarmuka yang mudah digunakan, sehingga dapat menunjang proses pembelajaran praktis dan berbasis proyek. Trainer PLC dan pneumatik yang dibuat memiliki tingkat keberhasilan operasional sebesar 100%, memberikan pengalaman belajar yang lebih komprehensif dalam memahami otomatisasi industri [3].

**Makalah 3.** Judul *Rancang Bangun Prototipe Sistem Kontrol Automatic Main Failure (AMF) Menggunakan SMS Berbasis PLC (Programmable Logic Controller)*. Penulis Sry Defi, Luther Pagiling, Muhammad Nadzirin Anshari Nur, Feliks Eldad Larobu, Abdul Jalil, Bahdin Ahad Badia. Afiliasi: Prodi Teknologi Listrik Industri Logam di Politeknik Tridaya Virtu Morosi, Konawe, dan Jurusan Teknik Elektro di Universitas Halu Oleo, Kendari. Penerbit **Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi**, Vol 10 No. 1, April 2024. Tahun 2024. Metode pembuatan program PLC, tidak disebutkan secara spesifik. Kesimpulan: Prototipe sistem AMF berbasis PLC dan SMS yang dirancang berhasil mendukung kontrol otomatis dan pengiriman notifikasi jarak jauh untuk memonitor status listrik dan genset. Sistem ini menunjukkan kinerja yang baik dalam mengalihkan sumber listrik dari PLN ke genset saat pemadaman dan kembali ke PLN saat daya kembali normal, dengan waktu respons rata-rata yang stabil. Alat ini diharapkan memberikan solusi praktis bagi pengguna yang membutuhkan

backup listrik otomatis dan pengontrolan genset dari jarak jauh(9283-29690-1-PB).Metode pembuatan program PLC, tidak ada disebut secara spesifik. [4]

**Makalah 4. Judul Rancang Bangun Alat Kendali Beban Daya Listrik Pada Mesin Produksi Dengan SCADA Berbasis Programmable Logic Controller dan Smartphone.** Penulis Anthony Jayanto Ramadhan, Abdul Multi, Edy Supriyadi, dan Iriandi Ilyas. Afiliasi: Institut Sains dan Teknologi Nasional, Program Studi Teknik Elektro, Teknik Elektronika dan Kendali, ISTN Jakarta. Penerbit Jurnal **Sainstech**, Vol. 32 No. 3, September 2022. Metode pembuatan program PLC, tidak disebutkan secara spesifik. Diuraikan **Perancangan Software**, Program PLC dikembangkan menggunakan software CX Programmer dengan bahasa pemrograman Ladder Diagram untuk mengatur urutan logika. Selain itu, animasi grafik dalam Human Machine Interface (HMI) dibuat untuk menggambarkan kondisi aktual sistem. Tampilan HMI ini berfungsi menampilkan perubahan status generator dan beban daya secara visual dan interaktif. Kesimpulan, Sistem kendali beban daya listrik berbasis PLC dan SCADA yang dirancang dalam penelitian ini berhasil memenuhi fungsi otomatisasi pengaturan daya pada mesin produksi. Sistem ini dapat mengalokasikan daya listrik secara efisien sesuai dengan kebutuhan dan ketersediaan sumber daya. Monitoring melalui smartphone juga berhasil diimplementasikan, memungkinkan pengawasan dan pengendalian jarak jauh yang praktis. Sistem ini direkomendasikan untuk diterapkan di industri atau gedung perkantoran dengan kebutuhan kontrol daya yang tinggi, mengurangi risiko overload dan meningkatkan efisiensi energi [5].

**Makalah 5. Judul Rancang Bangun Fire Alarm dan Smoke Detector Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Tyfe SR3B261BD.** Penulis, Hafis Darmawan, Venny Yusiana, dan Herberth Siregar. Afiliasi: Jurusan D3 Teknik Listrik, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari. Penerbit **Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)**, Vol. 5 No. 2, Desember 2022. Metode pembuatan program PLC, tidak disebutkan secara spesifik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan serangkaian tahap perancangan sistem kontrol otomatis berbasis PLC untuk sistem deteksi kebakaran. **Pemrograman pada PLC**, Program pada PLC Tyfe SR3B261BD dikembangkan menggunakan logika dasar untuk merespons sinyal dari sensor. Jika sensor mendeteksi asap atau kenaikan suhu yang mencurigakan, sistem akan secara otomatis mengaktifkan alarm dan mengoperasikan pompa air dan kipas untuk memadamkan kebakaran. Kesimpulan, Penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem fire alarm dan smoke detector berbasis PLC yang dirancang dapat membantu meningkatkan keamanan di lingkungan kampus dengan mendeteksi dan merespons potensi kebakaran secara otomatis. Sistem ini juga berpotensi dikembangkan lebih lanjut dengan antarmuka Human Interface untuk mempermudah akses oleh petugas pemadam kebakaran secara langsung. [6]

**Makalah 6. Judul, Rancang Bangun Alat Kontrol Pengisian Air Bersih Menggunakan Programmable Logic Controller (Studi Kasus PT. Kawasan Industri Makassar).** Penulis, I Nyoman Saras Trianto, Taufik Muchtar, dan Mutmainnah. Afiliasi: Politeknik ATI Makassar. Penerbit, **Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri IX**, Volume 1, Tahun 2022. Metode pembuatan program PLC, tidak disebutkan secara spesifik. Metode dalam penelitian ini melalui beberapa tahap penting dalam menyusun sistem kontrol pengisian air bersih berbasis PLC. **Perancangan Software**, program dibuat menggunakan software XG5000, khusus untuk PLC LS, serta editor panel untuk menampilkan tampilan antarmuka HMI. Program ini memproses sinyal dari sensor aliran air dan memberikan kontrol output untuk mengatur katup pengisian sesuai volume yang ditetapkan. Kesimpulan, Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pengisian air bersih ini berjalan sesuai harapan tanpa gangguan pada kontrol. Rata-rata tingkat kesalahan sistem adalah 2,27%, dengan akurasi sebesar 97,73%. Sistem ini mampu mengatur pengisian dengan laju debit stabil antara 183 hingga 190 liter/menit, menjadikannya solusi efektif untuk memenuhi kebutuhan air di Kawasan Industri Makassar [7].

**Makalah 7. Judul Rancang Bangun Mesin Pengaduk dan Pemanas Yogurt Drink Berbasis Programmable Logic Controller.** Penulis Ahyarudin, Fithri Muliawati, dan Iwan Sumirat. Afiliasi: Teknik Elektro, Universitas Ibn Khaldun Bogor. Penerbit Jurnal **Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri**, Tahun 2023. Metode pembuatan program PLC, tidak disebutkan secara spesifik. **Pemrograman PLC dengan GX Work 2:** Program dikembangkan dalam bentuk ladder diagram menggunakan software GX Work 2, yang dirancang khusus untuk PLC Mitsubishi. Program ini mengatur logika kerja otomatis dari tahap pengisian, pemanasan hingga pencampuran bahan. Kesimpulan, Penelitian ini menghasilkan mesin pengaduk dan pemanas berbasis PLC yang berfungsi secara otomatis untuk produksi yogurt drink. Mesin ini dapat mengontrol suhu pemanasan hingga mencapai 60°C dengan waktu yang stabil. Program ladder diagram berbasis GX Work 2 berhasil dijalankan sesuai rencana, dengan rata-rata kenaikan suhu per 10 menit sebesar 5,8°C, yang memenuhi kebutuhan proses fermentasi dalam pembuatan yogurt drink [8].

**Makalah 8, Judul, Rancang Bangun Sensor pH Air Limbah Industri Motor Dua Kecepatan Berbasis Programmable Logic Controller (PLC).** Penulis, Alber Juniarto, Imam Ali Husaipi, dan Yuvina. Afiliasi: Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Medan. Penerbit, **Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan**, Tahun 2022. Metode pembuatan program PLC, tidak disebutkan secara spesifik. **Pemrograman dan Pengujian Sensor pH:** Program PLC dirancang untuk mengontrol pompa berdasarkan pembacaan pH dari air limbah. Sistem dikalibrasi dengan buffer pH 4,00 dan 6,86 untuk

menguji akurasi sensor. Data pH ditampilkan di layar LCD 16x2 sebagai output. Kesimpulan, Sistem kontrol berbasis PLC yang dirancang untuk pengolahan air limbah industri ini menunjukkan akurasi yang baik, mencapai 98,68% dan nilai error sebesar 1,35%. Hasil ini lebih tinggi dibandingkan pH meter standar yang memiliki akurasi sekitar 98,5%. Sistem ini efektif dalam memantau dan mengendalikan kadar pH air limbah, menjadikannya alat yang andal dalam memastikan limbah industri tidak mencemari lingkungan sekitar [9].

**Makalah 9. Judul Rancang Bangun Sistem Kendali Level Air Berbasis Programmable Logic Controller dan Human Machine Interface.** Penulis, Tri Wahyu Oktaviana Putri, M. Imbarothur Mowaviq, Ibnu Hajar. Afiliasi: Institut Teknologi PLN Jakarta. Penerbit, Jurnal *KILAT*, Vol. 10, No. 2, Oktober 2021. Metode pembuatan program PLC, tidak disebutkan secara spesifik. **Perancangan Software (Pemrograman PID dan Ladder Diagram):** Program dikembangkan dalam bentuk ladder diagram pada PLC FX3U dengan pengaturan PID untuk mengatur kestabilan level air. Selain itu, software HMI dikembangkan untuk mempermudah kontrol dan pemantauan. Kesimpulan, Sistem kontrol berbasis PLC FX3U dan HMI Kinco yang dirancang untuk mengatur level air ini memiliki performa yang baik, dengan error rata-rata sebesar 3%. Sistem ini berhasil mengontrol ketinggian air dengan efektif meskipun terdapat sedikit variasi akibat dinamika hidrodinamis air. Sistem ini cocok digunakan sebagai media pembelajaran untuk bidang elektronika industri dan otomatisasi tingkat perguruan tinggi [10].

**Makalah 10. Judul Pneumatic Brushing Machine Automation Design Based on Programmable Logic Controller (PLC).** Penulis, Yosy Rahmawati, Imelda Uli Vistalinas Simanjuntak, dan Dian Aprianto. Afiliasi: Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, Indonesia. Penerbit, *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering (JITE)*, Vol. 6 No. 1, Juli 2022. Metode pembuatan program PLC, tidak disebutkan secara spesifik. **Pemrograman PLC:** Program ladder diagram dibuat pada PLC Omron, mengatur siklus kerja otomatis, mulai dari mendeteksi kayu, mengaktifkan brush, hingga menggerakkan konveyor. Jika tombol start ditekan, siklus kerja otomatis dimulai, dan sikat akan membersihkan kayu dari berbagai sisi hingga sensor mendeteksi kayu selesai diproses. Kesimpulan, Sistem brushing otomatis berbasis PLC Omron ini terbukti mampu meningkatkan produktivitas dengan mengotomatiskan proses pembersihan kayu di PT Yamaha Music Manufacturing. Sensor proximity bekerja efektif dalam mendeteksi kayu, sedangkan brushing machine dapat mengakomodasi kayu dengan lebar 200-700 mm dan ketebalan 14-23 mm. Implementasi ini disarankan untuk dikembangkan dengan sensor photoelectric untuk deteksi jarak lebih jauh dan penambahan inverter pada motor konveyor untuk kontrol kecepatan yang lebih fleksibel [11].

**Makalah 11. Judul Rancang Bangun Mesin Penebar Pakan Ikan Berbasis Programmable Logic Controller.** Penulis, A. Sukma Ardiyan, Diky F., Fany Juvrianto, Winarto, dan Ridwan Baharta. Afiliasi: Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung. Penerbit, *TekTan Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian*, Volume 12, Nomor 2, Agustus 2020. Metode pembuatan program PLC, tidak disebutkan secara spesifik. **Pemrograman PLC,** Program disusun dalam bentuk ladder diagram untuk mengontrol solenoid dan motor sesuai dengan waktu yang ditentukan. Pengaturan waktu pada PLC diatur agar mesin dapat bekerja dalam durasi tertentu yang mengatur bukaan solenoid dan motor. Kesimpulan, Mesin penebar pakan berbasis PLC ini berhasil mengeluarkan pakan rata-rata 2,66 kg dalam waktu 40 detik per siklus pemberian pakan. Jarak maksimum pelemparan pakan mencapai 7,5 meter, dengan penyebaran pakan merata pada jarak 5 meter, lebar 5,85 meter, dan sudut 90°. Mesin ini efektif dalam mengatur dosis pakan secara otomatis, memberikan kemudahan bagi peternak dalam pengelolaan pakan ikan di kolam [12].

**Makalah 12. Judul, Studi Efisiensi Programmable Logic Controller Sebagai Kontroler Sensor Sistem Smart Home,** Penulis, Indra Gunawan, Siti Aminah, dan Rahmad Darmawan. Afiliasi: Teknik Elektro, Universitas Teknologi Yogyakarta. Penerbit Jurnal *Teknologi Elektro Terapan (JTET)*, Tahun 2021. Metode pembuatan program PLC, tidak disebutkan secara spesifik. **Pemrograman PLC,** Program PLC disusun menggunakan ladder diagram dengan logika yang memicu kontrol otomatis berdasarkan data dari sensor suhu, kelembapan, dan gerakan. Program diatur untuk mengaktifkan atau menonaktifkan perangkat rumah tangga sesuai kondisi yang telah diprogramkan. Kesimpulan, Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan PLC sebagai pengontrol sensor di smart home berhasil meningkatkan efisiensi energi, dengan rata-rata penghematan mencapai 15% dibandingkan kontrol manual. Sistem ini juga memperlihatkan respons cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan, sehingga nyaman dan efisien untuk diterapkan di rumah pintar [13].

Hasil menunjukkan bahwa dari dua belas makalah yang direviu tidak ada yang menyebutkan secara spesifik model pembuatan program PLC yang digunakan. Dua belas makalah tersebut menggunakan metode untuk mencapai tujuan penelitian tersebut, hanya saja proses diperolehnya program PLC tidak disebutkan atau dimasukkan ke dalam makalah tersebut. Terdapat flowchart pada beberapa makalah tersebut hanya saja, flowchart tersebut tidak menunjukkan secara spesifik akan mengarah ke program PLC dari system yang akan didesain.

Referensi diperoleh ada beberapa istilah dalam penyusunan program PLC. Beberapa istilah penyusunan program PLC tersebut adalah boolean, single timer, multi timer, flow chart, diagram waktu, state diagram. Dari dua belas makalah tersebut tidak ada yang mengaitkan dengan istilah metode formal atau terstruktur PLC tersebut. Hal ini tentu menimbulkan

asumsi proses munculnya program PLC dari setiap makalah tersebut, tentang metode formal dan terstruktur yang digunakan. Istilah metode single timer dan multi timer ditulis oleh Lutfi dan Taufik pada jurnal SNTI Poloteknik ATI Makassar. Berikut beberapa makalah yang terbit di jurnal yang menggunakan metode formal dan terstruktur. Makalah berikut diperoleh dengan metode biasa menggunakan mesin pencari dengan menggunakan kata kunci yang tepat dan seleksi dari judul yang ditampilkan mesin pencari.

Judul **Model Petri Net untuk Otomatisasi Destilasi Bioethanol**. Penulis, Dwi Astharini, Ahmad Zulkarnaen, dan Yaya Suryana. Afiliasi: Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al-Azhar Indonesia. Penerbit, **Jurnal AL-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI**, Vol. 3, No. 1, Maret 2015. Metode Penyusunan Program PLC, Penelitian ini mengaplikasikan metode *Petri Net* untuk memodelkan sistem kendali otomatis pada proses destilasi bioethanol, yang menggunakan PLC sebagai pengendali utama. Sistem diprogram menggunakan logika Petri Net untuk mengendalikan elemen pemanas dan sistem pendingin. Kesimpulan, Penelitian ini berhasil mengembangkan prototipe destilasi bioethanol otomatis dengan kapasitas 2500 ml, menggunakan model Petri Net dan kendali berbasis PLC. Sistem mampu menghasilkan cairan dengan kadar etanol 80% dari cairan awal berkadar 40%. Sistem ini memperlihatkan bahwa penggunaan model Petri Net dan kendali on-off dapat menghasilkan proses destilasi otomatis yang efisien, dan berpotensi diterapkan dalam skala kecil pada industri bioethanol [14].

Judul, **Pemrograman Ladder PLC Pada Otomasi Proses Produksi Bioethanol Berbasis Jala Petri Sinyal Terinterpretasi (JPST)**. Penulis, Endra Joelianto dan Alex Dananjaya. Afiliasi: Kelompok Keahlian Instrumentasi dan Kontrol, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung. Penerbit, Jurnal **TEKNIK**, Volume 41, No. 2, Tahun 2020. Metode Penyusunan Program PLC. Penelitian ini menerapkan metode *Signal Interpreted Petri Net* (SIPN) atau Jala Petri Sinyal Terinterpretasi (JPST) dalam pembuatan program ladder untuk sistem otomasi produksi bioethanol. **Pemodelan Sistem dengan JPST**: JPST digunakan untuk memodelkan dan mengevaluasi sistem otomasi berbasis kejadian diskrit. Model ini mencakup sinyal masukan, keluaran, dan kondisi transisi yang mengendalikan proses bioethanol. Kesimpulan, Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan metode JPST dalam pemrograman ladder pada PLC meningkatkan kinerja sistem otomasi dengan mengurangi kesalahan akibat pemrograman intuitif. Model JPST memberikan keandalan dan transparansi tinggi dengan metrik transparansi sebesar 0,98 dari nilai maksimal 1, yang mendukung dokumentasi program dan memudahkan implementasi pada sistem kontrol industri. Program ladder berbasis JPST ini siap digunakan pada proses produksi bioethanol berbahan baku singkong dan diharapkan dapat diterapkan pada sistem serupa di sektor industri [15].

Metode formal dalam pembuatan program PLC tidak hanya menjamin keberhasilan implementasi awal, tetapi juga mendukung operasional jangka panjang dan pengembangan lebih lanjut. Olehnya itu sangat penting membuat program PLC dengan menggunakan metode formal dan terstruktur.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari dua belas makalah yang ditinjau menggunakan aplikasi Harzing's Publish or Perish, tidak ada yang secara spesifik mencantumkan model pembuatan program PLC yang digunakan. Semua makalah tersebut menggunakan metode tertentu untuk mencapai tujuan penelitian, tetapi proses atau langkah-langkah pembuatan program PLC tidak dijelaskan dalam isi makalah tersebut. Diperoleh makalah yang menggunakan metode formal dan terstruktur dalam pembuatan program PLC melalui pencarian menggunakan mesin pencari dan kata kunci yang tepat, serta pemilihan berdasarkan judul yang tepat. Penerapan metode formal dan terstruktur terbukti sangat membantu dalam menyusun program PLC yang efektif. Oleh karena itu, diperlukan sosialisasi dan pengenalan lebih lanjut mengenai metode-metode pembuatan program PLC, baik di kalangan praktisi maupun akademisi. Selain menyajikan hasil riset yang memenuhi tujuan penelitian, pengenalan metode pembuatan program PLC juga penting dan bermanfaat untuk proses pembelajaran dalam bidang ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Cohen, M.-E. Wang, and B. Bidanda, "Automatic translation of a process level Petri-net to a ladder diagram," in *Advanced techniques in computing sciences and software engineering*, 2010, pp. 25–29.
- [2] F. Setiawan and U. T. J. Program Studi Teknik Elektro, "Prototype Rancang Bangun Sistem Proteksi Kebakaran Pada Panel Kapasitor Bank Dengan Menggunakan Programmable Logic Controller Zelio Dengan Media Pemadaman Gas FM 200.," *Cahaya Mandalika*, vol. 16, no. 1, pp. 1–23, 2022.
- [3] V. S. Kartika *et al.*, "\* E-mail : vinda.setyakartika@gmail.com," vol. 6, pp. 120–125, 2024.
- [4] S. Defi, L. Pagiling, M. Nadzirin, A. Nur, and F. E. Larobu, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Kontrol Automatic Main Failure ( AMF ) Menggunakan SMS (Short Message Service) Berbasis PLC (Programmable Logic Controller )," vol. 10, no. 1, 2024.
- [5] A. J. Ramadhan, A. Multi, E. Supriyadi, I. Ilyas, S. Dan, and T. Nasional, "Programmable Logic Controller Dan

- Smartphone,” pp. 60–69.
- [6] H. Darmawan, V. Yusiana, and H. Siregar, “Rancang Bangun Fire Alarm dan Smoke Detector Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Tyfe SR3B261BD,” vol. 5, no. 2, pp. 58–60, 2022, doi: 10.33087/jepca.v5i2.77.
- [7] dan M. I Nyoman Saras Trianto, Taufik Muchtar, “Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Distribusi Air Bersih untuk Tenant PT Kawasan Industri Makassar (Persero) Berbasis Programmable Logic Controller ...,” vol. 1, pp. 12–16, 2022, [Online].Available: <http://repository.unsoed.ac.id/id/eprint/19426>
- [8] . A., F. Muliawati, and I. Sumirat, “Rancang Bangun Mesin Pengaduk Dan Pemanas Yogurt Drink Berbasis Programmable Logic Controller,” *JuTEKS (Jurnal Tek. Elektro dan Sains)*, vol. 9, no. 2, pp. 1–5, 2022, doi: 10.32832/juteks.v9i2.13504.
- [9] A. Juniarto, I. A. Husaipi, and Yuvina, “Rancang Bangun Sensor Ph Air Limbah Industri Motor Dua Kecepatan Berbasis Programmable Logic,” *Konf. Nas. Sos. dan Eng. Politek. Negeri Medan Tahun 2022*, vol. 3, no. 1, pp. 804–809, 2022.
- [10] T. W. O. Putri, M. I. Mowaviq, and I. Hajar, “Rancang Bangun Sistem Kendali Level Air Berbasis Programmable Logic Controller dan Human Machine Interface,” *Kilat*, vol. 10, no. 2, pp. 272–279, 2021, doi: 10.33322/kilat.v10i2.1315.
- [11] Y. Rahmawati, I. U. V. Simanjuntak, and D. Aprianto, “Pneumatic Brushing Machine Automation Design Based On Programmable Logic Controller (PLC),” *J. Informatics Telecommun. Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 101–112, 2022, doi: 10.31289/jite.v6i1.7235.
- [12] S. Ardiyan, D. F. W. Winarto, and R. Baharta, “Rancang Bangun Mesin Penebar Pakan Ikan Berbasis Programmable Logic Controller,” *J. Ilm. Tek. Pertan. - TekTan*, vol. 12, no. 2, pp. 82–94, 2020, doi: 10.25181/tektan.v12i2.1907.
- [13] U. T. Y. Indra Gunawan, Siti Aminah, dan Rahmad Darmawan (Teknik Elektro, “View of Studi Efisiensi Programmable Logic Controller Sebagai Kontroler Sensor Sistem Smart Home.pdf,” *Teknol. Elektro Terap.*, 2021.
- [14] D. Astharini, A. Zulkarnaen, and Y. Suryana, “Model Petri Net untuk Otomatisasi Destilasi Bioethanol,” *J. Al-AZHAR Indones. SERI SAINS DAN Teknol.*, vol. 3, no. 1, p. 34, 2017, doi: 10.36722/sst.v3i1.181.
- [15] E. Joelianto and A. Dananjaya, “Pemrograman Ladder PLC Pada Otomasi Proses Produksi Bioetanol Berbasis Jala Petri Sinyal Terinterpretasi (JPST),” *Teknik*, vol. 41, no. 2, pp. 152–162, 2020, doi: 10.14710/teknik.v0i0.24638.