

Rancang Bangun Kontrol Infant Warmer Dilengkapi Dengan Baterai Dan Inverter

Control Design Of Infant Warmer Equipped With Battery And Inverter

Muhamad Dwi Mubarak¹, Mohamad Sofie², dan Mohammad Rofii³

¹⁾²⁾³⁾ Teknik Elektromedik Stikes Semarang, Sadeng, Kec. Gunugppati, Kota Semarang, Jawa Tengah, 50222

Abstrak

Masalah yang sering terjadi pada bayi yang baru dilahirkan adalah kesulitan dalam menyesuaikan suhu tubuh dengan lingkungan sekitarnya. Suhu tubuh bayi saat berada di dalam kandungan berkisar antara 34°C hingga 37°C. Ketika lahir, bayi rentan mengalami penurunan suhu tubuh yang dapat menyebabkan hipotermia. Hipotermia merupakan salah satu penyebab utama kematian pada bayi baru lahir. *Infant Warmer* merupakan alat medis yang digunakan untuk menjaga kestabilan suhu tubuh bayi yang baru lahir, terutama pada bayi prematur yang rentan mengalami hipotermia. Untuk mendukung kestabilan suhu secara otomatis, sistem ini dilengkapi dengan kendali PID (*Proportional-Integral-Derivative*). Metode ini menggabungkan tiga aksi kontrol: proporsional untuk merespon besar kesalahan, integral untuk menghilangkan kesalahan akumulatif, dan derivatif untuk memprediksi perubahan kesalahan. PID bekerja dengan menghitung selisih antara suhu aktual dan suhu target, lalu memberikan respon korektif guna menjaga suhu tetap stabil dan sesuai kebutuhan. Setelah melakukan perancangan *software* dengan menggunakan Arduino serta telah melakukan perancangan *hardware* maka dilakukan uji fungsi dan pengambilan data pada alat yang akan dibahas pada bab ini yang bertujuan untuk membuktikan kebenaran hasil perancangan rangkaian dan pengujian fungsi alat didapatkan penulis dari data yang diambil dari titik pengukuran yang sudah ditentukan, kemudian akan dianalisis untuk menentukan seberapa besar tingkat kesalahannya yang akan dinyatakan dalam bentuk persen (%).

Kata kunci : Infant Warmer, Kontrol Suhu, PID, Hipotermia

Abstract

A common problem that occurs in newborn babies is difficulty in adjusting body temperature to the surrounding environment. The baby's body temperature while in the womb ranges from 34°C to 37°C. When born, babies are susceptible to experiencing a decrease in body temperature which can cause hypothermia. Hypothermia is one of the leading causes of death in newborns. An Infant Warmer is a medical device used to maintain the body temperature of newborns, particularly premature infants who are at risk of hypothermia. To support automatic premature stability, this system is equipped with a PID (*Proportional-Integral-Derivative*) control system. This method combines three control actions: proportional to respond to the magnitude of the error, integral to eliminate cumulative errors, and derivative to predict changes in the error. PID works by calculating the difference between the actual temperature and the target temperature according to requirements. After designing the software using Arduino and completing the hardware design, function test and data collection were conducted on the device discussed in this chapter. The purpose was to verify the accuracy of the circuit design and test the device's functionality. The data was collected from predefined measurement points and analyzed to determine the error rate, which will be expressed as a percentage (%).

Keywords: *Infant Warmer, Temperature Control, PID, Hypothermia*

Pendahuluan

Penurunan suhu secara drastis (hipotermia) merupakan penyebab signifikan kematian pada bayi baru lahir, terutama pada kelompok bayi prematur dan bayi dengan berat badan rendah. Kondisi ini terjadi karena bayi yang baru dilahirkan belum mampu mengatur suhu tubuhnya secara optimal ketika mengalami transisi dari lingkungan intrauterin ke lingkungan eksternal yang lebih dingin(1). Berdasarkan data WHO, sekitar 20–30% kematian neonatal berkaitan dengan gangguan termoregulasi, terutama hipotermia(2).

Salah satu upaya yang dilakukan untuk menjaga suhu tubuh bayi adalah penggunaan perangkat *infant warmer*(3). Alat ini dirancang untuk memberikan kehangatan dan menjaga kestabilan suhu di sekitar bayi. Namun, beberapa sistem konvensional memiliki kelemahan dalam hal akurasi dan kestabilan suhu, terutama dalam menyesuaikan suhu pemanas dengan perubahan suhu tubuh bayi secara *real-time*(4).

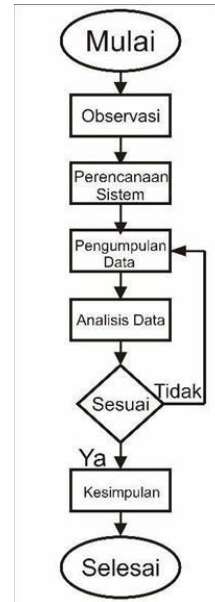
Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode kontrol berbasis PID (*Proportional-Integral-Derivative*) efektif digunakan untuk sistem pengaturan suhu karena mampu memberikan respon cepat dan stabil terhadap gangguan(5). Meskipun demikian, pada sistem yang diterapkan secara langsung ke *infant warmer*, keterbatasan terletak pada akurasi pengukuran suhu tubuh bayi serta kualitas kontrol umpan balik yang belum optimal karena kurangnya sensor yang presisi dan pengujian terstandar(6).

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pengendalian suhu *infant warmer* menggunakan metode PID berbasis mikrokontroler ATmega328(7). Sistem ini dilengkapi dengan sensor suhu kulit (*skin sensor*) untuk pembacaan suhu tubuh bayi dan rangkaian *driver* SSR untuk pengendalian elemen pemanas(8). Untuk mengetahui akurasi sistem, dilakukan pengujian menggunakan *incu analyzer* sebagai alat pembandingan standar. Diharapkan sistem ini mampu meningkatkan presisi pengaturan suhu dan menjadi solusi efektif dalam perawatan bayi baru lahir, khususnya dalam mencegah hipotermia(9).

Metode

a. Flowchart Penelitian

Tahapan penelitian dalam pembuatan alat Kontrol Infant Warmer Dilengkapi Dengan Baterai Dan Inverter divisualisasikan dalam *flowchart*, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1:



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Tahapan ini meliputi:

1. Mulai
Tahapan awal penelitian dimulai sesuai dengan jadwal dan rencana kerja yang telah disusun sebelumnya.(10)
2. Observasi
Observasi dilakukan dengan mengumpulkan informasi melalui peninjauan literatur, termasuk jurnal ilmiah, artikel daring, serta referensi relevan lainnya sebagai dasar penyusunan tinjauan pustaka yang mendukung perancangan alat.(11)
3. Perancangan Sistem
Pada tahap ini, dilakukan penyusunan desain sistem yang mencakup prosedur kerja, alur pengolahan data, dan tahapan operasional dari alat yang akan dikembangkan.(12)
4. Pengumpulan Data
Pengumpulan data dilakukan melalui metode yang sesuai dengan pendekatan penelitian yang digunakan, guna memperoleh informasi faktual dan relevan dari lapangan yang mendukung proses perancangan dan pengujian sistem.(13)
5. Analisa Data
Analisa data adalah pengolahan data keseluruhan apakah sudah sesuai dengan yang direncanakan. Setelah analisa data kemudian data disesuaikan, jika sudah sesuai maka dilanjutkan membuat KTI, jika belum selesai kembali ke pembuatan alat. Jika memenuhi kriteria, maka proses akan dilanjutkan ke tahap berikutnya. Namun, apabila belum selesai, maka akan kembali pada tahap pengumpulan data untuk dilakukan perbaikan atau penyesuaian.(14)
6. Kesimpulan
Karya tulis ilmiah dibuat untuk menjelaskan

penelitian mengenai proses pembuatan dan kendala dalam pembuatan rancangan alat ini.(15)

7. Selesai

Akhir dari penelitian yang dilakukan.(16)

b. Alat dan bahan

Tabel 1 di bawah ini menyajikan daftar alat dan bahan yang digunakan selama proses penelitian.

Tabel 1. Alat dan Bahan

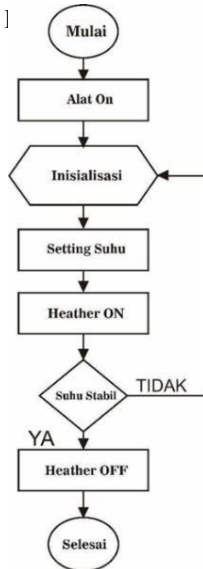
Alat	Bahan
Tool Set	Atmega 328
Gunting	Sensor Skin
Multimeter	LCD Nextion 7 Inch
PC/Laptop	Switch
Bor + Mata Bor	Baterai
Infant Warmer (guna uji coba alat)	Modul AC Light Dimer
-	Buzzer
-	Inverter
-	Modul Step Down

a. Flowchart Alat

Pada Gambar 2 memperlihatkan diagram alir atau *flowchart* tahapan proses pembuatan alat.

Gambar 2. Flowchart

Gambar 2 | Kerja Alat

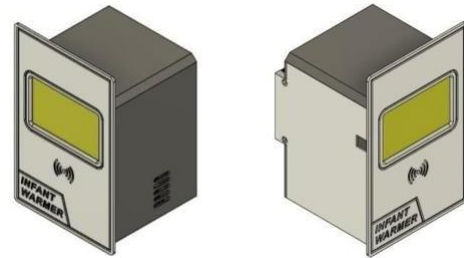


Penjelasan Flowchart:

1. Mulai
2. Inisialisasi program
3. Setelah inisialisasi kemudian setting suhu dan heater otomatis akan menyala
4. Jika gagal menstabilkan suhu maka akan memulai inisialisasi ulang program
5. Jika data berhasil terinisialisasi program maka akan menampilkan lcd hasil pembacaan sensor
6. Apabila alat tidak digunakan matikan heater
7. Selesai

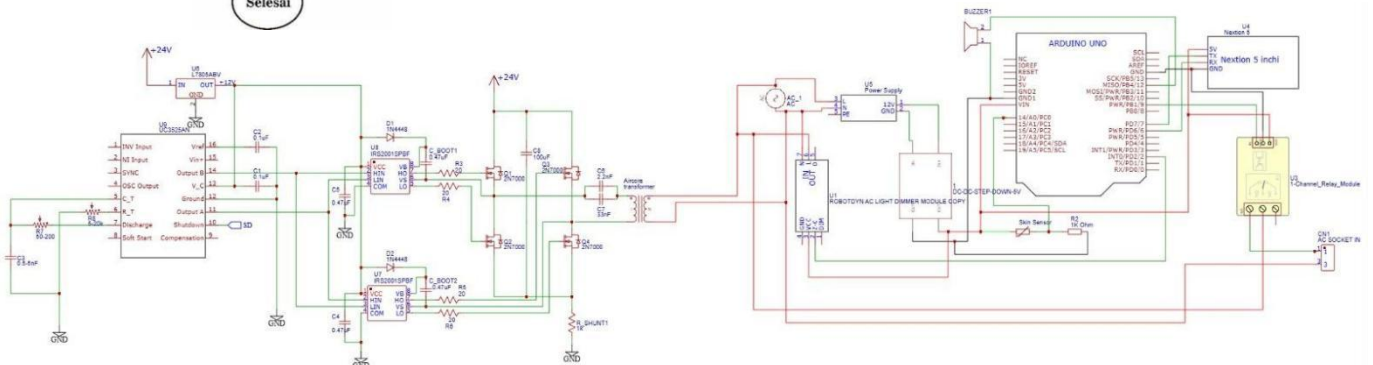
b. Desain Alat

Perencanaan desain alat Kontrol Infant Warmer Dilengkapi Dengan Baterai Dan Inverter ditampilkan pada Gambar 3:



Gambar 3. Desain Alat

Wiring diagram keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 4

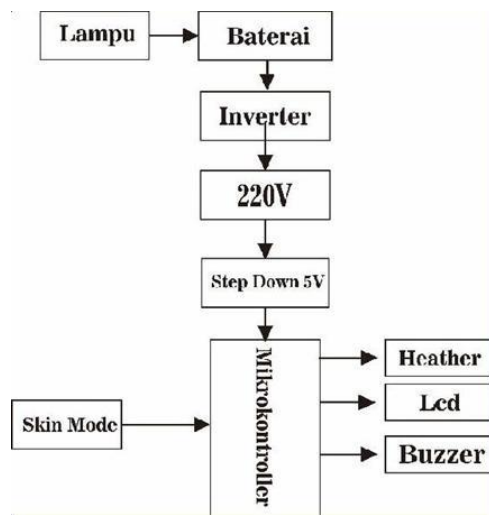


Gambar 4. Wiring Diagram

Tahapan Perencanaan

Perencanaan sistem bertujuan untuk menyusun langkah-langkah kerja yang sistematis dalam pengolahan data serta prosedur operasional sistem(17). Salah satu komponen penting dalam tahap ini adalah blok diagram, karena melalui diagram ini dapat dipahami prinsip kerja keseluruhan rangkaian. Blok diagram menjadi acuan utama dalam memastikan bahwa sistem dapat berfungsi sesuai dengan desain yang ditetapkan(18)

Struktur lengkap blok diagram sitem ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rancangan Sistem Blok Diagram

Dari tegangan Baterai akan memberikan tegangan ke *heater* dan lampu, lalu tegangan Baterai akan masuk ke rangkaian *power supply* setelah itu arus disearahkan menggunakan dioda yang berfungsi untuk mengubah arus AC dari *power supply* menjadi arus DC, kemudian setelah disearahkan masuk ke *step down* tegangan IC 7805 supaya tegangan stabil dengan nilai 5V, *step down* memberikan tegangan ke komponen dalam rangkaian lainnya sebesar 5V. Untuk sensor *skin mode* sebagai *input* sensor suhu yang nantinya akan diproses oleh *microcontroller*, kemudian untuk *output* dari proses *microcontroller* yaitu PID sebagai titik mencari persilangan nol, dimer untuk mengontrol *heater*, 7 segmen sebagai keluaran nilai yang terampil, dan *buzzer* sebagai keluaran nilai suara.

Hasil dan Pembahasan

Setelah melakukan perencanaan, perancangan dan pembuatan modul selesai, dilakukan proses monitoring dan pengukuran terhadap perangkat keras (*hardware*). Tujuan dari

tahap ini adalah untuk mendukung proses pengujian serta memperoleh data yang dapat digunakan sebagai dasar perbandingan hasil uji coba. Titik-titik pengukuran ditentukan berdasarkan kebutuhan sistem yang dirancang. Monitoring dilakukan secara berulang guna memperoleh data yang lebih presisi. Tingkat akurasi data sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kualitas perakitan komponen serta ketelitian alat ukur yang digunakan selama proses pengambilan data. Titik pengukuran pada rancang bangun Kontrol Infant Warmer Dilengkapi Dengan Baterai Dan Inverter.

Setelah proses perancangan dan pengukuran alat selesai dilaksanakan, dilakukan pengujian fungsional terhadap sistem pengendalian suhu pada *Infant Warmer*. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja alat dalam mempertahankan suhu sesuai dengan nilai yang ditetapkan. Hasil pengukuran suhu diperoleh melalui proses monitoring dan disajikan dalam bentuk tabel. Data dibawah ini menyajikan hasil perbandingan kinerja sistem pada alat *Infant Warmer* yang telah dirancang.

a. Perbandingan suhu 34°C pada infant warmer

Proses monitoring dilakukan dengan menetapkan suhu pada infant warmer di *set point* sebesar 34°C dan durasi pengamatan selama 1 menit. Hasil perbandingan tersebut disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Pengukuran pada *Set Point* Suhu 34°C

T	T1	T2	T3	T4	T5	Rata-rata
34	34,9	34,7	34,8	45,8	34,7	34,8

b. Perbandingan suhu 35°C pada *infant warmer*

Proses monitoring dilakukan dengan menetapkan suhu pada infant warmer di *set point* sebesar 35°C dan durasi pengamatan selama 1 menit. Hasil perbandingan tersebut disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Pengukuran pada *Set Point* Suhu 35°C

T	T1	T2	T3	T4	T5	Rata-rata
35	35,6	35,8	35,9	35,9	35,7	35,9

c. Perbandingan suhu 36°C pada *infant warmer*

Proses monitoring dilakukan dengan menetapkan suhu pada infant warmer di *set point* sebesar 36°C dan waktu pengamatan selama 1 menit. Hasil perbandingan tersebut disajikan pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Pengukuran pada *Test Point* Suhu 36°C

T	T1	T2	T3	T4	T5	Rata-rata
36	36,8	36,7	36,8	36,8	36,7	36,8

Pembahasan

Berdasarkan hasil kalibrasi pada tiga titik suhu yang telah di *setting*, diperoleh selisih kurang dari 1°C antara suhu referensi dan nilai rata-rata pengukuran di setiap titik. Hal ini sesuai dengan standar prosedur BPFK, yang menyatakan bahwa perbedaan antara suhu yang ditampilkan oleh sistem kontrol *Infant Warmer* dan alat ukur seperti thermogun tidak boleh melebihi 1°C. Selain itu, *persentase* kesalahan pengukuran yang dihasilkan juga tercatat kurang dari 2%. Dengan demikian, sistem kontrol *infant warmer* yang telah dirancang dinyatakan layak untuk digunakan dalam proses kalibrasi perangkat *infant warmer*.

Kesimpulan

Berdasarkan rangkaian proses penelitian, mulai dari perencanaan hingga analisis hasil perbandingan, dapat disimpulkan hal-hal berikut:

1. Perangkat Kontrol Infant Warmer Dilengkapi Dengan Baterai Dan Inverter telah mampu melakukan pembacaan suhu kulit secara stabil dan konsisten.
2. Berdasarkan hasil uji fungsi perbandingan, diperoleh tingkat kesalahan yang bervariasi, dengan nilai kesalahan tertinggi sebesar 1,5% pada *set point* 34°C dan kesalahan terendah sebesar 1,1% pada titik uji yang sama. Secara keseluruhan, alat ini telah menunjukkan kinerja yang baik sesuai dengan fungsinya.

Saran

Untuk penelitian kedepannya alangkah lebih baik dapat menggunakan mikrokontroler Arduino Mega agar kinerja program lebih ringan dan efisien

Daftar Pustaka

1. Pas A Te, Van Zanten H, Lopriore E, Mank A, Pauws S, Meyer M. Hypothermia in Preterm Infants in the First Hours after Birth: Occurrence, Course and Risk Factors. PLoS One [Internet]. 2016;11. Tersedia pada: <https://consensus.app/papers/hypothermia-in-preterm-infants-in-the-first-hours-after-pas-zanten/fd715a1daca85664ad6c86bcceb2ca69/>
2. Roychoudhury S, Yusuf K. Thermoregulation: Advances in Preterm Infants. Neoreviews [Internet]. 2017;18. Tersedia pada: <https://consensus.app/papers/thermoregulation-advances-in-preterm-infants-roychoudhury-yusuf/e36d0a5f03875da8ba4f796c19f817d4/>
3. Dushimimana E, Rushingabigwi G, Tuyishime G. Designing and Prototyping of a Portable Cradle Infant Warmer. Rwanda Med J [Internet]. 2025; Tersedia pada: <https://consensus.app/papers/designing-and-prototyping-of-a-portable-cradle-infant-dushimimana-rushingabigwi/2276622cf63d5cea952b54200370b494/>
4. Misra S, Amrinsani F, Firmansyah R, Maghfiroh AM. Infant Warmer with Digital Scales for Auto Adjustment PID Control Parameters. J Teknokes [Internet]. 2022; Tersedia pada: <https://consensus.app/papers/infant-warmer-with-digital-scales-for-auto-adjustment-pid-misra-amrinsani/14c4530d0a7e56dd99caa2a92b2b83ec/>
5. Yadav V, Ruchira, Choudekar P, Palaniyappan T, Tayal V. PID Control Design for a Temperature Control System. 2018 Int Conf Power Energy, Environ Intell Control [Internet]. 2018;632-7. Tersedia pada: <https://consensus.app/papers/pid-control-design-for-a-temperature-control-system-yadav-ruchira/027e2a53b7735c38b67ee001337a136c/>
6. Malau M, Yulizham Y. ANALISA KALIBRASI ALAT INFANT WARMER MENGGUNAKAN ALAT INCUBATOR ANALYZER. J MUTIARA ELEKTROMEDIK [Internet]. 2021; Tersedia pada: <https://consensus.app/papers/analisa-kalibrasi-alat-infant-warmer-menggunakan-alat-malau-yulizham/e350ea71e6b85444a8fd11cbffeeb537/>
7. Triandini E, Aryanto A, Thwe Y, Agus K. IoT based PID Closed Loop Control System for Baby Incubators. 2023 11th Int Conf Cyber IT Serv Manag [Internet]. 2023;1-5. Tersedia pada: <https://consensus.app/papers/iot-based-pid-closed-loop-control-system-for-baby-triandini-aryanto/07be08a8bb2e5bf2ae50cc1ca0f3ee5b/>
8. Sinclair J. Servo-control for maintaining abdominal skin temperature at 36C in low birth weight infants. Cochrane database Syst Rev [Internet]. 2002;2. Tersedia pada: <https://consensus.app/papers/servocontrol-for-maintaining-abdominal-skin-temperature-sinclair/df058b391e44584d9147392a5448e8d0/>
9. Johnston L, Vohra S, Halliday H, McCall E, Alderdice F. Interventions to prevent hypothermia at birth in preterm and/or low birth weight infants. Cochrane database Syst Rev [Internet]. 2018;2. Tersedia pada: <https://consensus.app/papers/interventions-to-prevent-hypothermia-at-birth-in-preterm-johnston-vohra/09650feca1805da18aafaa825e731bcc/>
10. Ayele YG. The Significance of Planning and Scheduling on the Success of Projects. Econ & Manag Inf [Internet]. 2023; Tersedia pada:

- <https://consensus.app/papers/the-significance-of-planning-and-scheduling-on-the-success-ayele/65836cd624cf5a16bdceba4a74218132/>
11. Luo X, Liu H, Yan Y, Zong W, Sun T, Geng Y, et al. Recent advances in design and preparation of micro diamond cutting tools. *Int J Extrem Manuf* [Internet]. 2024;6. Tersedia pada: <https://consensus.app/papers/recent-advances-in-design-and-preparation-of-micro-diamond-luo-liu/ace9ac411add5559bf878b881299b691/>
 12. Wu S, Wan L, An Q, Wang D, Wang G, Li C, et al. Bio-inspired cutting tools: Beneficial mechanisms, fabrication technology and coupling design. *Sustain Mater Technol* [Internet]. 2024; Tersedia pada: <https://consensus.app/papers/bioinspired-cutting-tools-beneficial-mechanisms-wu-wan/f4e4800249d95f64a85363d3ec106d02/>
 13. Weiss D, Basili V. A Methodology for Collecting Valid Software Engineering Data. *IEEE Trans Softw Eng* [Internet]. 1984;SE-10:728–38. Tersedia pada: <https://consensus.app/papers/a-methodology-for-collecting-valid-software-engineering-weiss-basili/5cf717ac2f39549cb14b1d8a21f41069/>
 14. Dean P. Data Processing and Analysis. *Curr Protoc Cytom* [Internet]. 2003;23. Tersedia pada: <https://consensus.app/papers/data-processing-and-analysis-dean/865531e0bf5454b29f8efa081f9d6ab2/>
 15. Duan Z, Yan J, Lund E, Wang J. Concurrent multi-scale design optimization of composite frames with manufacturing constraints. *Struct Multidiscip Optim* [Internet]. 2017;56:519–33. Tersedia pada: <https://consensus.app/papers/concurrent-multiscale-design-optimization-of-composite-duan-yan/a919cd5b796459ae8e71bbb5ca6677b5/>
 16. Pahlawati E, Norman E, Husenudin A. Characteristics of Quality Research. *Reslaj Relig Educ Soc Laa Roiba J* [Internet]. 2021; Tersedia pada: <https://consensus.app/papers/characteristics-of-quality-research-pahlawati-norman/593dd840781153b7a9aa03c144db7fa7/>
 17. He X. Data Processing and Analysis Flow of Internet of Things System. *J Phys Conf Ser* [Internet]. 2021;1871. Tersedia pada: <https://consensus.app/papers/data-processing-and-analysis-flow-of-internet-of-things-he/667dec2d47c0595697278eb7cf2526ff/>
 18. Rojas-Sepúlveda M, Torres-Torriti M. An algorithm for processing block diagram models of dynamical systems and an open-source visual-programming simulation tool. *Simul Model Pr Theory* [Internet]. 2024;138:103030. Tersedia pada: <https://consensus.app/papers/an-algorithm-for-processing-block-diagram-models-of-rojas-sepúlveda-torres-torriti/87d585dd4c115409b17b527a292cc62d/>