SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK IV - Surabaya, 27 April 2024
Ruang Seminar Gedung A, Kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2024.5569

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Perhitungan *Risk Priority Number* Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis pada *Modular Production System*

Feronica Shera Nevada[1,*], Eko Budi Utomo[2], Zaqiatud Darojah[3], Eny Kusumawati[4]

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Jl. Raya ITS Kampus PENS Sukolilo Surabaya, 60111
e-mail: [1,*]feronicanevada12@gmail.com, [2]ekobudi_u@pens.ac.id,
[3]zaqiah@pens.ac.id, [4]eny-k@pens.ac.id

ABSTRACT

The control automation system on the Modular Production System of Process Automation (MPS PA) Compact Workstation plays an important role in monitoring and controlling various process parameters. One of the critical parameters is water level and temperature. To identify and reduce the risk of failure in the system, it is necessary to prioritize risks and take corrective action by calculating the Risk Priority Number (RPN). This system is identified based on RPN to determine the risk level of potential failure, which is divided into three categories, namely Occurrence (O), Severity (S), and Detection (D). The values obtained from the calculations are then analyzed using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method. This method is implemented in MPS PA from water level and temperature control, which is integrated through Node-red monitoring. Performance parameters such as detection speed, error rate, recommendations provided, and alarm accuracy will be evaluated to measure the effectiveness of the proposed method. The hp that the development of water level and temperature data processing methods using the FMEA method integrated with Node-red can improve the reliability and performance of the water level and temperature monitoring system. The results of this research can make a significant contribution to advancing water level and temperature data processing technology by simulating the calculation of RPN values using the FMEA method implemented in MPSA PA. The safe value with moderate risk obtained from RPN calculations is 4 to 23.

Keywords: *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Modular Production System of Process Automation (MPS PA), Risk Priority Number (RPN), Temperature, Water level*

ABSTRAK

Sistem otomatisasi kontrol pada *Modular Production System of Process Automation* (MPS PA) *Compact Workstation* berperan penting dalam memonitor dan mengendalikan berbagai parameter proses. Salah satu parameter yang kritis adalah *water level* dan *temperature*. Untuk mengidentifikasi serta mengurangi risiko kegagalan dalam sistem diperlukan prioritisasi risiko dan pengambilan tindakan korektif melalui perhitungan *Risk Priority Number* (RPN). Sistem ini diidentifikasi berdasarkan RPN untuk mengetahui tingkat risiko dari potensi kegagalan yang dibagi menjadi tiga kategori yaitu *Occurrence* (O), *Severity* (S), dan *Detection* (D). Nilai yang didapat dari perhitungan kemudian dianalisis menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Metode ini di implementasikan pada MPS PA dari kontrol *water level* dan *temperature* yang diintegrasikan melalui monitoring Node-red. Parameter kinerja seperti kecepatan deteksi, tingkat kesalahan, rekomendasi yang diberikan dan akurasi alarm akan dievaluasi untuk mengukur efektivitas metode yang diusulkan. Diharapkan bahwa pengembangan metode pengolahan data *water level* dan *temperature* menggunakan metode FMEA yang diintegrasikan dengan Node-red dapat meningkatkan keandalan serta kinerja sistem monitoring *water level* dan *temperature*. Hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam memajukan teknologi pengolahan data *water level* dan *temperature* melalui simulasi perhitungan nilai RPN menggunakan metode FMEA yang di implementasikan pada MPSA PA. Nilai aman dengan risiko sedang yang diperoleh dari perhitungan RPN, yaitu 4 sampai 23.

Kata kunci : Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Modular Production System of Process Automation (MPS PA), Risk Priority Number (RPN), Temperatur, Water level

PENDAHULUAN

Proses otomatisasi kontrol telah menjadi bagian integral dari berbagai industri, seperti industri manufaktur, industri kimia, dan industri minyak dan gas. Tujuan dari otomatisasi kontrol adalah untuk meningkatkan efisiensi, keandalan, dan keselamatan operasional. Sistem otomatisasi kontrol pada *Modular Production System of Process Automation* (MPS PA) *Compact Workstation* berperan penting dalam memonitor dan mengendalikan berbagai parameter proses. Parameter yang kritis yaitu *water level* dan *temperature*. Kondisi *water level* yang tidak tepat atau *temperature* yang berlebihan dapat menyebabkan masalah serius, seperti kegagalan mesin, cacat produk, atau bahkan risiko kecelakaan bagi mahasiswa. Oleh karena itu, penting untuk memiliki sistem yang handal dalam mengumpulkan, menganalisis, dan mengolah data alarm yang terkait dengan *water level* dan *temperature*. Pada modul MPS PA, parameter-proses kritis seperti level dan suhu air perlu dipantau dan dikendalikan dengan akurasi dan konsistensi yang tinggi [1]. Kegiatan analisis tersebut dalam istilah lain disebut *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA). Metode FMEA dipilih sebagai metode pengolahan data *water level* dan *temperature* pada penelitian ini karena dibutuhkan tindakan antisipasi terhadap kemungkinan munculnya kegagalan, sehingga kegagalan tersebut dapat dicegah atau dikurangi risikonya. Aspek terpenting dari FMEA adalah evaluasi tingkat risiko potensi kegagalan yang diidentifikasi untuk setiap sub-sistem atau komponen. Nilai global dari kerusakan yang disebabkan pada fungsi atau lingkungan oleh setiap kegagalan ditunjukkan dengan RPN [2]. Dibutuhkan simulasi perhitungan nilai RPN menggunakan metode FMEA yang di implementasikan pada MPS PA sebagai implementasi dalam pendeteksian secara dini terhadap potensi-potensi kegagalan. Oleh karena itu, pemantauan level dan suhu air yang akurat dan konsisten sangat penting dalam memastikan operasi yang efisien dan aman [3]. Beberapa penelitian terkait implementasi metode FMEA dalam konteks otomatisasi kontrol dan pengendalian proses yaitu mengimplementasikan metode FMEA untuk mengidentifikasi kegagalan dan risiko pada sistem bahan bakar minyak di atas kapal [6]. Hasil penelitian tersebut memberikan rekomendasi langkah-langkah pencegahan yang efektif untuk meningkatkan keandalan sistem.

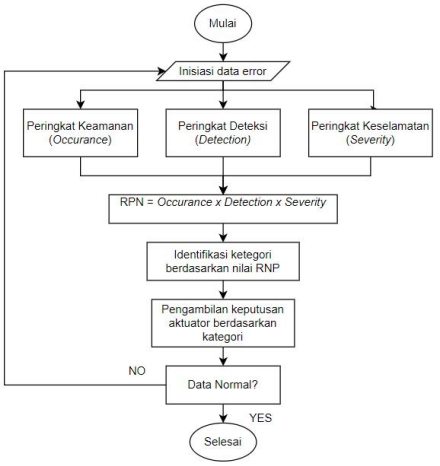
METODE

Metode FMEA pada *water level* dan *temperature* terdiri dari beberapa langkah yang harus dilakukan secara sistematis, yaitu:

a. Identifikasi mode kegagalan potensial: mengidentifikasi semua mode kegagalan yang mungkin terjadi berdasarkan perubahan level air dan *temperature* pada modul MPS PA.
b. Penentuan tingkat keparahan dampak: Setiap mode kegagalan dianalisis untuk menentukan tingkat keparahan dampak yang mungkin terjadi.
c. Penilaian tingkat kemungkinan kegagalan: penilaian terhadap tingkat kemungkinan terjadinya setiap mode kegagalan.
d. Penentuan tingkat deteksi terhadap kegagalan: Tingkat deteksi mengindikasikan sejauh mana kegagalan dapat dideteksi sebelum menghasilkan dampak yang serius.
e. Prioritisasi kegagalan dan langkah-langkah pencegahan: Berdasarkan analisis FMEA, kegagalan diprioritaskan berdasarkan tingkat keparahan, kemungkinan, dan deteksi. Langkah-langkah pencegahan atau mitigasi risiko yang efektif dapat ditetapkan untuk mengurangi atau mencegah terjadinya kegagalan [4].

FMEA menggunakan RPN untuk menilai risiko dalam tiga kategori: kejadian atau *occurrence* (O) adalah penilaian seberapa sering penyebab kegagalan spesifik diproyeksikan terjadi. Tingkat keparahan/*severity* (S) adalah penilaian keseriusan efek dari potensi kegagalan sistem, dan deteksi/*detection* (D) seperti penilaian probabilitas bahwa sistem pemantauan parameter operasi akan mendeteksi penyebab/mode kegagalan sebelum komponen/sistem rusak dan berhenti. Peringkat dilakukan pada skala dari 1 hingga 3 untuk setiap kategori. Terjadinya terkait dengan probabilitas mode kegagalan dan penyebabnya. Indeks keparahan mengukur keseriusan efek dari mode kegagalan. Dengan demikian, indeks keparahan ditugaskan untuk efek akhir dari kegagalan. Indeks deteksi dihasilkan berdasarkan kemungkinan deteksi tinjauan desain yang relevan, pengujian dan langkah-langkah kontrol kualitas. RPN dihasilkan dengan mengambil produk dari ketiga indeks ini (kejadian, keparahan dan deteksi). RPN mewakili risiko yang terkait dengan setiap mode kegagalan [5].

Dari sistematis metode yang telah di jelaskan, penulis membuat diagram alur sistem pada *water level* dan *temperature* di MPS PA berdasarkan metode FMEA seperti Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Sistem

Sistem ini dimulai dari pengolahan data sensor *water level* dan t*emperature* pada modul pembelajaran *Modular Production System of Automatic Processes* (MPS PA) *Compact workstation* dengan pengujian menggunakan dua tangki sebanyak 4 liter dalam jangka waktu 30 menit. Dari setting pengujian pada modul MPS PA terdapat dua data sensor yang akan dijadikan

acuan dalam implementasi monitoring yaitu sensor pada *water level* dan *temperature*. Sensor yang akan digunakan dalam mendeteksi *water level* yaitu sensor *ultrasonik*, sedangkan pada *temperature* menggunakan sensor *thermocouple*. Data sensor akan di kontrol oleh *Programmable Logic Controller* (PLC) dan ditampilkan pada monitor laptop atau PC melalui software *Node-Red*. Monitoring digunakan sebagai media interaksi pengguna dengan sistem secara visual. Data yang ditampilkan memberikan informasi tentang nilai *water level* dan *temperature* dari kedua tangki. Selain itu, terdapat tampilan *predictive analytic* yang berisikan grafik data *error* kedua tangki, *text box* yang berisikan informasi kondisi terbuka atau tertutup valve keluar dan dari kedua tangki, kondisi motor, *heater* dan *chiller* menyala atau mati dari kedua tangki.

Kemudian proses inisiasi data *error*. Data *error* adalah data yang telah mengalami perubahan akibat kesalahan dalam proses transmisi, penyimpanan, atau pemrosesan data yang terjadi pada *water level* dan *temperature* di MPS PA. Setelah data *error* diinisialisasi, proses selanjutnya adalah menentukan peringkat keamanan, peringkat deteksi, dan peringkat keselamatan data.

Nilai peringkat keamanan, peringkat deteksi, dan peringkat keselamatan dihitung dengan mengalikan ketiga nilai tersebut. Hasilnya disebut sebagai *Risk Priority Number* (RPN). Berdasarkan nilai RPN, data *error* dikategorikan menjadi tiga kategori, yaitu:

- RPN ≤ 3: Kategori 1
- $4 \leq$ RPN ≤ 23: Kategori 2
- RPN ≥ 24: Kategori 3

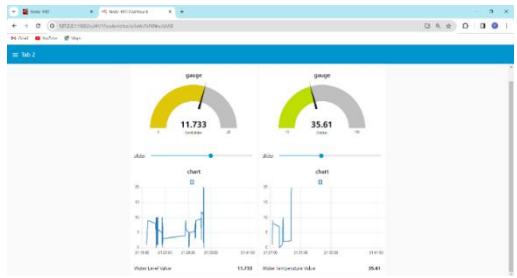
Berikut penjelasan dari masing-masing kategori dari nilai data *error* RPN:

- Kategori 1: Data *error* dengan RPN rendah. Data *error* dapat diabaikan karena di area kategori data *error* tidak memiliki efek.
- Kategori 2: Data *error* dengan RPN sedang. Data *error* perlu diinvestigasi lebih lanjut melalui program untuk menentukan tindakan pengambilan keputusan aktuator pada *water level* dan *temperature*.
- Kategori 3: Data *error* dengan RPN tinggi. Data *error* di kategori ini sistem aktuator pada *water level* akan otomatis mati untuk melakukan pengamanan sistem.

Proses deteksi kesalahan data selesai setelah keputusan aktuator diambil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengambilan data pada MPS PA dilakukan dengan memonitor hasil proses *water level* dan *temperature* menggunakan *software* Node-red yang diintegrasikan dengan MPS PA. Data diamati melalui grafik kemudian dilakukan analisis sebagai penentuan nilai *severity, occurrence, dan detection* seperti Gambar 2.



Gambar 2. *Monitoring* Nilai *Water Level* dan *Temperature*

Grafik sebelah kiri merupakan hasil dari monitoring nilai *water level* sedangkan grafik sebelah kanan adalah hasil monitoring dari nilai *water temperature*. Proses pengambilan data juga dilakukan dengan pengamatan secara real dari modul MPS PA seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengamatan secara langsung pengambilan data *water level* dan *temperature*

Proses pengamatan ini digunakan sebagai validasi atas nilai monitoring dengan data aktual secara visual pada MPS PA dan memperhatikan semua parameter sudah sesuai dengan yang telah ditentukan saat perhitungan.

Pembahasan Nilai *Severity, Occurrence,* dan *Detection*

Nilai severity menggunakan range 1–3. Nilai range ini ditentukan dari hasil percobaan menggunakan 3 jenis warna sebagai indikasi keseriusan dari kegagalan. Nilai severity *water level* dan *water temperature* tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Severity *Water level* dan *Water Temperature*

Efek	***Ranking***	***Range Level* (cm)**	***Range* Suhu (°C)**
Berbahaya (Sangat Serius)	3	$x < 6$ dan $x > 12$	12–16 dan 33–37
Rendah	2	6–8 dan 10–12	17–22 dan 28–32
Tidak ada efek	1	8–10	23–27

Nilai severity pada *water level* berada pada range 6–12 cm yang dibagi menjadi efek berbahaya, rendah dan tidak ada efek dengan rangking 1 sampai dengan 3 sesuai dengan kategori efek. Nilai *severity* pada water *temperature* berada pada range 12 sampai 37 derajat Celcius yang dibagi menjadi efek berbahaya, rendah dan tidak ada efek dengan rangking 1 sampai dengan 3 sesuai dengan kategori efek.

Nilai *occurrence* menggunakan rangking 1–3, penyebab kegagalan akan ditentukan dari hasil penelitian yang akan dilakukan. Menggunakan 3 jenis kemungkinan sebagai indikasi banyaknya muncul penyebab kegagalan. Berikut tabel nilai *occurrence* pada *water level* dan *water temperature* tertera pada Tabel 2. Penentuan nilai rata-rata kegagalan dari kedua tabel di bawah ini berdasarkan base line 50 kali percobaan.

Tabel 2. Nilai *Occurrence Water Level dan Temperature*

Kemungkinan	**Rata-rata Kegagalan**	***Ranking***
Tinggi	6 di antara 50	3
Sedang	3 di antara 50	2
Rendah	1 di antara 50	1

Nilai *detection* menggunakan rangking 1–3, kriteria penyebab kegagalan akan ditentukan dari hasil penelitian yang akan dilakukan. Menggunakan 3 jenis deteksi sebagai indikasi penyebab kegagalan. Berikut tabel nilai deteksi tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai *Detection water level dan temperature*

Detection	***Rank***	**Kriteria *water level***	**Kriteria *temperature***
Kecil	3	Motor kotor	*Heater* kotor atau korosi
Rendah	2	Motor pompa *overheating*	*Heater overheating*
Tinggi	1	Motor pompa *over or low voltage, over or low current* dan kabel terputus	*Heater over or low voltage, over or low* current dan kabel terputus

Pembahasan Hasil Simulasi Pemetaan Data RPN dan FMEA

Hasil simulasi pemetaan data RPN untuk mode kegagalan *water level* dan *temperature* tertera pada Tabel 4.

Tabel 4. Pemetaan Data RPN

No.	Mode Kegagalan	*Severity*	*Occur-rence*	*Detec-tion*	RPN	Kategori
1	*Water level* terlalu rendah	3	3	1	9	Risiko sedang
2	*Water level* terlalu tinggi	3	2	2	12	Risiko sedang
4	*Water temperature* terlalu rendah	3	2	1	6	Risiko sedang
5	*Water temperature* terlalu tinggi	3	2	2	12	Risiko sedang

Hasil simulasi pada mode kegagalan *water level* dan *temperature* memiliki risiko yang sedang. Hal ini dapat dilihat dari nilai RPN yang berada di rentang 0 hingga 23. Berdasarkan hasil simulasi nilai RPN dapat dianalisis sebagai pemetaan data FMEA untuk mode kegagalan *water level* dan *temperature* seperti yang tertera pada Tabel 5.

Tabel 5. Pemetaan Data FMEA

Compo-nent	*Failure mode*	*Failure causes*	*Failure effect*	*Occur-rence*	*Seve-rity*	*Detec-tability*	RPN
Motor Pompa (P101)	Level ketinggian air melebihi target	Motor pompa melebihi kecepatan standar atau valve tidak terbuka pada set nilai yang telah ditentukan	Air penuh sebelum waktu yang ditentukan	1	3	1	3
	Level ketinggian air kurang dari target	Motor pompa kecepatan kurang dari standar atau valve terbuka atau tangki bocor	Air tidak dapat memenuhi target dalam waktu yang ditentukan	3	3	2	18
Heater (E104)	Suhun air melebihi target	*Heater* did not want off atau *chiller* tidak menyala, *error*, atau rusak.	Suhu air melebihi target (terlalu panas) sebelum waktu yang ditentukan	3	3	1	9
	Suhu air kurang dari target	Motor pompa kecepatan kurang dari standar atau valve terbuka atau tangki bocor	Air tidak dapat memenuhi target dalam waktu yang ditentukan	1	2	2	4

Hasil simulasi pemetaan data FMEA untuk mode kegagalan *water level* dan *temperature* tersebut menunjukkan bahwa mode kegagalan *water level* dan *temperature* memiliki risiko yang sedang. Hal ini dapat dilihat dari nilai RPN yang berada di rentang 0 hingga 23.

Berdasarkan penjelasan Tabel 5, dapat diketahui bahwa mode kegagalan *water level* dan *temperature* perlu mendapat perhatian khusus untuk melakukan tindakan kontrol pada aktuator dari kedua mode kegagalan. Guna mengurangi risiko mode kegagalan tersebut:

a. Mode 1 dan 2, dapat dilakukan peningkatan keandalan pompa motor dan pendingin (*chiller*). Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan perawatan dan inspeksi secara rutin, serta menggunakan komponen yang berkualitas.
b. Mode 4 dan 5, dapat dilakukan peningkatan sistem deteksi. Hal ini dapat dilakukan dengan menambahkan otomatisasi alarm untuk mendeteksi perubahan level dan suhu air secara dini.

Diharapkan risiko mode kegagalan *water level* dan *temperature* dapat dikurangi sehingga dapat mencegah terjadinya kerusakan permanen pada MPS dan mempermudah untuk melakukan perbaikan jika terjadi suatu kendala.

KESIMPULAN

Potensi penggunaan simulasi perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) pada *water level* dan *temperature* menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang di implementasikan pada *Modular Production System* (MPS) dapat mempermudah proses identifikasi *failure* secara sistematis dan efisien karena dari perhitungan nilai RPN dapat memperkirakan kesalahan yang ada pada sistem sebagai pendeteksian sejak dini terhadap potensi-potensi kegagalan. Nilai aman dengan risiko sedang yang diperoleh dari perhitungan RPN yaitu 4 sampai 23.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Koswara, D. (2020). *Otomatisasi Sistem Pengukuran Level Air Dalam Tangki dengan Metode Sensor Ultrasonik dan Mikrokontroler.* Jurnal Elektronika, 15(1), 24-33.

[2] Scipioni, A., Saccarola, G., Centazzo, A., and Arena, F., "*FMEA methodology design, implementation and integration with HACCP system in a food company*" Food Control, Vol. 13, pp. 495-501, 2002.

[3] Zhang, S., Zhang, J., & Wu, F. *Failure Mode and Effect Analysis of transmission system in power supply enterprise.* 2021 11th International Conference on Intelligent Control and Automation (ICICA): 2021.

[4] Elnaffar, K., Alobaidi, S., & Zribi, M. (2019). *Water level* control system for fish tank using IoT. Journal of Electrical Engineering, 69(5), 283-290.

[5] Seung, J.R., and Kosuke, I., "*Using Cost Based FMEA to Enhance Reliability and Serviceability*", Journal of Advanced Engineering Informatics, Vol.17, pp. 179-188, 2003.

[6] Mpindou, G. O. M. K., Bueno, I. E., & Ramon, E. C. (2022). *Risk analysis methods of water supply systems: comprehensive review from source to tap*. Applied Water Science.