

**PERANCANGAN SISTEM PENCATATAN DATA  
KALIBRASI PRESSURE TRANSMITTER**

**RANGKUMAN**

Oleh

**DARWIN RACHMAN G MALANO**

**NPM : 228013018**



**PASCASARJANA  
UNIVERSITAS PASUNDAN  
2026**

## ABSTRAK

*Pada pelaksanaan kalibrasi alat ukur tekanan memerlukan pembacaan nilai dari alat ukur tekanan terhadap kalibrator, pada alat pressure transmitter jenis non indikator, kekurangan akan sistem pembacaan nilai, menjadi dasar bagi rekayasa sistem akuisisi data Pressure Transmitter. Sistem adalah suatu susunan dari elemen elemen yang secara bersama-sama menunjukkan perilaku atau makna yang tidak dimiliki oleh masing-masing elemen penyusunnya. Rekayasa sistem (System Engineering) merupakan pendekatan multidisiplin ilmu untuk mewujudkan sebuah sistem. Dalam rangka merealisasikan tujuannya, konsep siklus rekayasa (life cycle) diperkenalkan, yaitu memecahkan tindakan penyelesaian menjadi langkah-langkah transformasional, atau tahapan, kemudian memeriksa kesesuaian karakteristik sistem di akhir setiap tahapan, dengan pendekatan V model ,pada sisi bagian kiri penetapan kebutuhan dan persyaratan sebuah sistem di uraikan menjadi perancangan sub-sub sistem, sub sistem dapat berupa fisik maupun konseptual, pada sisi kanan integrasi komponen komponen sistem diikuti dengan tahap verifikasi dan validasi terhadap data data kuantitatif hasil uji performa sehingga sebuah sistem yang terbangun sesuai dengan kebutuhan pemangku kepentingan. untuk memudahkan perancangan tersebut pemodelan Object Process methodology ( OPM) digunakan. OPM yang merupakan konsep Model Based Engineering System ( MBSE ). Sistem ini akan digunakan pada pelaksanaan kalibrasi pressure transmitter dimana data tekanan yang dibutuhkan secara realtime dapat ditampilkan, lebih lanjut data dicatat dan disimpan dalam sebuah file dengan ekstensi txt.*

## ABSTRACT

*In the activities of pressure gauge calibration, it is necessary to read the value from the pressure gauge against the calibrator. In the non-indicator type of pressure transmitter, the lack of a value reading system is the basis for system engineering activity of the pressure transmitter data acquisition. A system is an arrangement of elements that together show behavior or meaning that is not possessed by each of the constituent elements. Systems engineering is a multidisciplinary approach to creating a system. In order to achieve its goals, the concept of the engineering life cycle was introduced, which involves breaking down the solution into transformational steps, or stages, and then checking the suitability of the system's characteristics at the end of each stage. The approachment V model, on the left side, the determination of the needs and requirements of a system is broken down into sub-system designs, sub-systems can be physical or conceptual. On the other side, the integration of system components, verification and validation. Verify and validate quantitatively against datas that picked it up during performance test, to guarantee an established system meet the requiremenets of stakeholder. To facilitate the designing, Object Process Methodology (OPM) modeling is utilized. The OPM is a Model Based Engineering System (MBSE) concept. The system will be ready used on calibration pressure transmitter calibration where monitoring pressure data in real time, the data an be recorded and stored in a file by extension of tx*

Penelitian ini dilatari pelayanan jasa kalibrasi alat ukur tekanan oleh BBSPJILM, Menurut NIST (National Institute of Standards and Technology) kalibrasi adalah proses membandingkan alat ukur dengan standar (kalibrator). Hal yang penting pada pelaksanaan kalibrasi tekanan adalah:

- Terdapat alat yang akan diuji yaitu alat ukur tekanan ( Pressure gauge),
- Perangkat standard (Kalibrator), alat yang menjadi acuan
- Perangkat Komparator tekanan, dengan bantuan pompa tangan, atau putaran ulir, aliran fluida (oli,udara,air) bertekanan mengalir ke alat yang diuji dan Kalibrator melalui pipa.
- Membandingkan pembacaan nilai alat yang diuji terhadap pembacaan nilai alat standard

Alat ukur tekanan ( pressure gauge ) yang umum ditemui dipasaran adalah jenis analog dengan penggerak mekanis yang dilengkapi indikator jarum. Seiring dengan perkembangan teknologi sensor elektronik, maka teknologi alat pengukur tekanan beralih kepada penggunaan sensor , yaitu alat pengukur tekanan yang disebut “pressure transmitter “ . Terdapat 2 jenis pressure Transmitter yang beredar dipasaran saat ini yaitu :

- Pressure transmitter dengan indikator penunjuk
- Pressure transmitter tanpa indikator penunjuk

Masalah yang muncul adalah bagaimana cara pembacaan untuk alat pressure transmitter tanpa indikator pada saat kalibrasi. Perangkat khusus seperti indikator digital dan data logger sangat dibutuhkan sebagai solusi, namun membutuhkan biaya tinggi menyesuaikan dengan kecepatan pengambilan data dan akurasi. Pada perangkat data logger terbaru, bahkan sudah dilengkapi software yang dapat dijalankan pada komputer dengan kelebihan dapat menyimpan data pada sebuah file. Sistem ini dikenal dengan sistem akuisisi data (Data Acquisition System). Beberapa penelitian memanfaatkan aplikasi LABVIEW, modul pyDAQ, afDAQ-MATLAB untuk membaca sensor secara realtime. Untuk menggantikan perangkat keras data logger beberapa penelitian memanfaatkan perangkat berbasis biaya murah microcontroller arduino dan STM32.

Penelitian ini bertujuan mengisi celah dengan menambahkan sistem berbiaya murah menggunakan mikroontroller ESP32 dan visualisasi pada komputer menggunakan aplikasi

yang dibuat menyesuaikan kebutuhan (kustom) menggunakan bahasa pemrograman python yang bersifat gratis untuk menghasilkan aplikasi dengan ekstensi EXE.

Dari uraian tersebut dirumuskan masalah pada penelitian ini yaitu : Bagaimana rekayasa sistem pencatatan data kalibrasi Pressure Transmitter dengan memadukan perangkat murah dan aplikasi yang dapat dijalankan di komputer, sehingga data dapat disimpan dalam sebuah file. Dengan membatasi perancangan dan pembuatan sistem yang dapat unjuk kerja, terverifikasi dan tervalidasi kestabilan dalam menampilkan data. Maka tujuan penelitian ini adalah rekayasa sistem pencatatan data kalibrasi pressure transmitter, yang dapat menampilkan informasi tekanan pada pelaksanaan kalibrasi pressure transmitter dan menyimpan data dalam sebuah file.

Sistem adalah suatu susunan dari elemen elemen yang secara bersama-sama menunjukkan perilaku atau makna yang tidak dimiliki oleh masing-masing elemen penyusunnya.(INCOSE, 2023). Sistem dapat berbentuk bersifat fisik atau konseptual, atau kombinasi keduanya. Sistem fisik di alam semesta terdiri dari materi dan energi, dan menunjukkan sifat / perilaku yang dapat diamati. Sistem konseptual adalah sistem abstrak berupa informasi, yang tidak dapat menunjukkan perilaku / sifat secara langsung. properti dari sistem ( secara keseluruhan ) berasal, atau muncul dari (INCOSE, 2023):

- Elemen elemen dan sifat individual masing masing elemen
- Relasi dan interaksi antara dan diantara elemen elemennya, sistem dan lingkungannya

Rekayasa sistem (System Engineering) adalah pendekatan multi disiplin ilmu (transdisciplinary) dan integratif untuk mencapai realisasi, penggunaan, dan penghentian sistem rekayasa, menggunakan prinsip dan konsep sebuah sistem, secara ilmiah, teknologi, dan menggunakan metode manajemen. Tujuan rekayasa sistem adalah mewujudkan sistem sesuai keinginan pemangku kepentingan. Salah satu caranya memecah total penyelesaian menjadi langkah-langkah transformasional, atau tahapan, di akhir setiap tahapan, kemudian dimeriksa kesesuaian sistem, apakah risiko dapat diterima sehingga sistem siap ke tahapan berikutnya. Dengan menganalogikan tahapan kehidupan yang harus dilewati, tahapan dari

sistem juga didefinisikan sebagai siklus kehidupan (life cycle). Maka, rekayasa sistem dilakukan sebagai bagian dari pendekatan siklus hidup.(INCOSE, 2023)

Secara umum untuk membedakannya adalah dengan membagi pendekatan model siklus hidup menjadi tiga kelompok: sekuensial, inkremental, dan evolusioner.(Hutchison et al., 2023):

- *Pendekatan sekuensial* : aliran proses dengan lingkaran umpan balik, tetapi dengan satu kali balik. Model ini memcah rekayasa sistem menjadi tahapan sekuensial linier, di mana setiap tahapan bergantung pada hasil dari tahapan sebelumnya, bersama dengan umpan balik dari tahapan selanjutnya. Yang termasuk dalam model ini adalah waterfall, model Vee. Model V memanfaatkan sisi kiri untuk menggambarkan garis dasar yang berkembang dari persyaratan pemangku kepentingan, ke persyaratan sistem, hingga identifikasi arsitektur sistem, hingga definisi elemen yang akan membentuk sistem akhir. Dari bagian bawah menggambarkan penerapan, integrasi verifikasi dan validasi ke sisi bagian kanan.
- *Pendekatan inkremental* biasanya diterapkan ketika serangkaian peningkatan seiring dengan kemampuan atau efektivitas yang meningkat dikembangkan.
- *Pendekatan evolusioner* dimulai dengan serangkaian persyaratan yang terbatas. Serangkaian siklus evolusioner yang bertujuan untuk memberikan nilai bagi pemangku kepentingan dan meningkatkan pemahaman masalah dimulai.

Model adalah representasi sederhana dari suatu sistem pada titik waktu atau ruang tertentu yang bertujuan untuk meningkatkan pemahaman tentang sistem yang sebenarnya. Sebagai abstraksi dari suatu sistem, model menawarkan wawasan tentang satu atau lebih aspek sistem, seperti fungsi, struktur, sifat, kinerja, perilaku, atau biaya.(Hutchison et al., 2023). Penggunaan pemodelan dan simulasi selama tahap awal desain sistem dari sistem dan arsitektur yang kompleks dapat: (Hutchison et al., 2023) :

- mendokumentasikan fungsi dan persyaratan sistem,
- menilai kinerja misi,

- memperkirakan biaya,
- mengevaluasi pertimbangan untung rugi, dan
- memberikan wawasan untuk meningkatkan kinerja, mengurangi risiko, dan mengelola biaya.

Fokus utama pemodelan sistem adalah menggunakan model yang didukung oleh bahasa pemodelan yang terdefinisi dengan baik. Sebuah model harus memenuhi persyaratan tertentu agar dapat dipertimbangkan dalam lingkup rekayasa sistem berbasis model ( Model Based System Engineering atau MBSE ). (Hutchison et al., 2023). Rekayasa beralih dari pendekatan yang berorientasi dokumen ke sistem rekayasa berbasis model (MBSE). Pendekatan MBSE, dengan model top-down-nya, memungkinkan deskripsi komprehensif sistem rekayasa dari berbagai perspektif, yang biasanya mencakup aspek struktural dan perilaku .

The International Council of Systems Engineering (INCOSE) mendefinisikan Model Based System Engineering ( MBSE ) sebagai “penerapan formal pemodelan untuk mendukung persyaratan sistem, desain, analisis, verifikasi, dan validasi yang dimulai pada fase desain konseptual dan berlanjut sepanjang pengembangan dan fase siklus hidup selanjutnya.

Keunggulan utama Model Based System Engineering adalah: mengurangi tahapan proses, visibilitas awal risiko dan masalah; mengurangi waktu siklus, mengurangi biaya pengembangan, menghemat biaya; komunikasi yang lebih baik dan analisis yang lebih efektif; potensi peningkatan penggunaan kembali (penggunaan kembali lini produk: rekayasa dilakukan sekali, digunakan kembali di tempat lain); kemampuan untuk menghasilkan dan meregenerasi laporan dan produk kerja terkini; manajemen pengetahuan (jangka panjang dan jangka pendek) serta daya saing.(Kateryna)

Metodologi Objek-Proses (OPM) adalah pendekatan MBSE yang dirancang untuk pemodelan sistem rekayasa. OPM mengkategorikan semuanya menjadi tiga jenis: objek, proses, dan

keadaan. OPM menggunakan 1 diagram proses objek (Object process Diagram selanjutnya disebut OPD) dan dalam bentuk serangkaian kalimat yang sesuai dalam subset bahasa Inggris, yang disebut Bahasa Proses Objek ( Object Process Language selanjutnya disebut OPL). Object Process Methodology yang selanjutnya dikenal dengan sebutan OPM merupakan metodologi dan bahasa untuk pemodelan konseptual, Object Process Methodology atau disingkat OPM dikembangkan oleh Prof Dov Dori dan segera diakui sebagai satu dari 6 metodologi MBSE (Model Based System Engineering ) oleh INCOSE ( International Council on Systems Engineering). OPM kemudian distandarkan menjadi ISO 19450:2024. OPM menggunakan simbol simbol untuk merepresentasikan objek,proses, link

Di era komputer yang banyak digunakan saat ini, akuisisi data merupakan aplikasi yang sangat penting di banyak bidang. merupakan jembatan untuk mewujudkan interaksi antara komputer dan perangkat eksternal.

Sistem Akusisi data ( Data Acquisition System) merupakan kombinasi perangkat keras dan peragkat lunak, yang dapat mengukur besaran fisik seperti tekanan, suhu menggunakan perangkat sensor dan memproses pada komputer menggunakan perangkat lunak untuk keperluan pemantaun data, analisis. Secara umum mekanisme kerja sistem akuisisi data adalah sebagai berikut:

- Perangkat Sensor berfungsi mendeteksi (sensing ) besaran fisik yang terjadi dan merubah menjadi sinyal listrik analog.
- Konversi sinyal Analog menjadi sinyal digital. beberapa perangkat yag dapat digunakan adalah Analog Digital Converter ( ADC ), microcontroller,PLC, Data Acquisition Card, modul digital signal processor yang memiliki ADC. Untuk meningkatkan efektivitas biaya sistem, mikrokontroler menjadi pilihan. Mikrokontroler adalah mikrokomputer chip tunggal (Single Chip MicroComputer). Mikrokontroler mencakup fungsi-fungsi utama komputer, perangkat seperti CPU (komputasi, kontrol), RAM (penyimpanan data), ROM (penyimpanan program), perangkat input/output (misalnya: port serial, port output paralel, dll.), sistem interupsi, timer/counter, dll., yang terkonsentrasi pada sistem inti CPU (komputasi, kontrol), RAM (penyimpanan data), ROM (penyimpanan program), perangkat input/output (misalnya: port serial, port output paralel, dll.), sehingga juga dikenal



sebagai mikrokontroler MCU (Single Chip Microcomputer). Perangkat output (misalnya: port serial, port output paralel, dll.). Mikrokontroller digunakan untuk mengkonversi menjadi data digital, kemudian data tersebut ditransmisikan ke komputer untuk diproses, melalui komunikasi serial untuk membangun komunikasi antara PC dan mikrokontroler, dan pengembangan antarmuka untuk tampilan dan pemantauan data yang dikumpulkan secara real-time.

- Pengolahan Sinyal digital menjadi informasi yang dibutuhkan untuk pengolahan selanjutnya. Pengolahan informasi dilakukan pada komputer dengan bantuan perangkat lunak. Beberapa perangkat lunak yang sudah dapat mengubah sinyal digital menjadi informasi seperti modul afDAQ pada MATLAB, modul PyDAQ pada python dan LABVIEW.

Untuk mencapai tujuan, penelitian ini menggunakan metodologi rekayasa sistem dengan dengan model V yang mengakomodir konsep proses life cycle, yang dimulai dengan identifikasi kebutuhan pada sisi bagian kiri atas, analisa persyaratan sistem, dan desain sistem hingga implementasi desain pada bagian dasar, yang diikuti dengan integrasi komponen komponen sistem ke arah sisi bagian kanan serta verifikasi dan validasi dengan pendekatan kuantitatif.

Kebutuhan sistem adalah yang dapat memvisualisasi informasi tekanan kepada teknisi pada saat proses kalibrasi dengan memanfaatkan arus listrik. Selain visualisasi menjadi persyaratan utama sistem, namun juga dapat ditambahkan pencatatan data dan meyimpan data tersebut ke dalam sebuah file dengan ekstensi txt. Untuk rekayasa sistem seperti ini diperlukan pendekatan pemodelan sistem. Kemudahan Object Process Methodology ( OPM ), dengan software Opcat II (Object Process Case Tool) version 4.0 (free trial ) atau dengan mengakses website <https://www.opcloud.tech> dapat menghasilkan informasi penting proses dan komponen yang terlibat didalam sistem serta bagaimana komponen komponen tersebut berinteraksi agar mencapai tujuan sistem. Hasil rancangan menjadi dasar untuk mengimplementasikan hasil rancangan perangkat keras maupun hasil rancangan perangkat lunak implementasi. Integrasi perangkat keras dan perangkat lunak kedalam sebuah sistem, memerlukan sebuah prosedur panduan integrasi. Prosedur akan membahas :

- tahap persiapan
- tahap instalasi
- tahap pelaksanaan.

Untuk memastikan sistem mencapai tujuan perlu diuji performa, verifikasi dan validasi sistem telah stabil dalam menampilkan informasi nilai tekanan memenuhi dan dapat digunakan pada kegiatan kalibrasi. Pendekatan kuantitatif diambil dari pencatatan data perbandingan pressure transmitter dengan kalibrator. data. Sekumpulan data diambil dengan faktor perbedaan titik ukur, perbedaan waktu dan perbedaan sumber tegangan (AC dan DC) untuk sistem ini. pendekatan kuantitatif melibatkan :

- Uji T (t –test ) dilakukan untuk membandingkan mean diantara 2 kelompok/sampel Uji
- Uji F ( F-test ) dilakukan untuk menentukan varian di antara 2 kelompok sampel uji

Pendekatan kuantitatif berfokus pada pengukuran dan analisis data yang bersifat numerik atau berhitung. Penelitian dengan pendekatan ini bertujuan untuk menguji teori atau hipotesis melalui pengumpulan data yang dapat diukur secara statistik.

