

Desain dan Implementasi Sistem Pemantauan untuk Level Silo Powder Kapur Berbasis Internet of Things [Design and Implementation of an Internet of Things Based Lime Powder Silo Level Monitoring System]

Firman Ardiansyah¹⁾, Arief Wisaksono²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia
ariefwisaksono@umsida.ac.id

Abstract. Stock availability in silos serves as the main key to smooth factory production flows. Traditional methods relying on manual measurements often cause delayed info, measurement errors, and operational inefficiencies. This research proposes designing and implementing a powder silo level monitoring system using Internet of Things (IoT) that delivers real-time data and remote access. The system employs ultrasonic sensors to gauge material height, ESP32 for data processing, plus IoT platform to send and display info. Testing yields a system showing silo level data accurately, responsively, stably, with measurement deviation under 5% versus manual. Thus, it boosts monitoring efficiency and aids swift precise operational decisions.

Keywords - Internet of Things, powder silos, monitoring, ultrasonic sensors, real-time.

Abstrak. Pada proses persiapan bahan baku yang digunakan untuk produksi bata ringan (Autoclaved Aerated Concrete), bahan-bahan mentah ditampung dalam silo-silo yang besar. Demi efektivitas produksi, operator perlu memonitor level semua silo tersebut. Sistem monitor konvensional memiliki beberapa kelemahan signifikan. Penerapan sistem pemantauan yang berbasis IoT memberikan banyak manfaat serta dampak baik untuk mengatasi kekurangan metode konvensional.

Kata Kunci - Internet of Things, silo powder, monitoring, sensor ultrasonik, real-time.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bata ringan, juga dikenal sebagai Autoclaved Aerated Concrete (AAC) adalah bahan bangunan modern yang semakin populer di kalangan industri konstruksi [1]. Bata ini terkenal karena ringan, isolasi termal yang baik, dan kemudahan dalam pemasangan. Dibandingkan dengan bata konvensional, bata ringan menawarkan berbagai keunggulan yang membuatnya menjadi pilihan favorit untuk pembangunan bangunan.

Proses produksi bata ringan jenis Autoclaved Aerated Concrete (AAC) diawali dengan penyediaan bahan utama, yakni pasir silika, semen, kapur, air, serta pasta aluminium yang berfungsi sebagai pemberi gelembung. Semua bahan tersebut digabungkan di dalam mesin pencampur besar sampai mencapai kekentalan seragam [2]. Selanjutnya, campuran adonan dialirkan ke dalam mold raksasa, sehingga terjadi reaksi kimia antara pasta aluminium dengan komponen lain yang memicu pembentukan gelembung gas, menyebabkan adonan membusur dan berbobot lebih ringan karena pori-pori halusnyanya. Ketika adonan mulai mengeras, blok bata dipotong ke dimensi standar. Kemudian, potongan bata tersebut dikeringkan terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke ruang autoklaf, di mana paparan uap panas bertekanan tinggi memperkokoh strukturnya. Pada tahap penutup, bata ringan menjalani pengujian mutu agar sesuai dengan spesifikasi yang berlaku, baru kemudian dikemas untuk didistribusikan ke proyek bangunan. Metode ini menghasilkan produk bata yang kokoh, kebal terhadap api, serta unggul dalam menjaga suhu, sehingga banyak diminati di sektor pembangunan [3]

Pada proses persiapan bahan baku yang akan digunakan untuk produksi bata ringan (Autoclaved Aerated Concrete/AAC), bahan-bahan tersebut ditampung di dalam silo-silo yang besar. Demi efektivitas produksi, operator perlu memonitor level semua silo tersebut [4]. Sistem monitoring level silo powder kapur konvensional memiliki beberapa kelemahan yang signifikan. Pertama, akurasi pengukuran sering kali kurang memadai karena metode konvensional seperti pengukuran manual atau penggunaan sensor sederhana tidak selalu dapat memberikan data yang presisi mengenai level material di dalam silo. Hal ini dapat

menyebabkan kesalahan dalam penentuan jumlah material yang tersisa, yang pada akhirnya bisa mempengaruhi kelancaran proses produksi. Selain itu, sistem konvensional biasanya memerlukan pemantauan dan intervensi manusia

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

yang intensif, meningkatkan risiko kesalahan manusia serta biaya tenaga kerja [5]. Perawatan dan kalibrasi peralatan juga lebih sering diperlukan, yang bisa menyebabkan downtime operasional dan meningkatkan biaya operasional. Kekurangan-kekurangan tersebut membuat sistem pemantauan terdahulu jadi tidak efisien serta berpotensi menurunkan produktivitas secara total.

Penerapan sistem pemantauan tingkat silo bubuk kapur pakai Internet of Things (IoT) beri banyak manfaat serta dampak baik buat atasi kekurangan metode lama [6]. Awalnya, IoT izinkan pantau level silo secara langsung dengan ketepatan tinggi. Sensor mutakhirnya hasilkan data lebih akurat ketimbang cara biasa, jadi kurangi bahaya salah hitung sisa bahan. Otomatisasi pemantauan ini pula tekan campur tangan manual, yang akhirnya kurangi kesalahan manusia serta tingkatkan efisiensi kerja [7]. IoT bisa digabung software buat kirim alert dan pemberitahuan otomatis bila level kapur sentuh batas bahaya, lewat SMS, email, atau app ponsel. Tak hanya itu, data dari IoT bisa diolah buat pahami pola pemakaian bahan dan ramal keperluan nanti, bantu rencana lebih matang serta kelola stok lebih hemat. Sistemnya juga bisa disatukan dengan alat pabrik lain seperti Enterprise Resource Planning (ERP) dan pengatur produksi, supaya info jadi pusat dan menyatu [8]. Manfaat baik dari perubahan ini meliputi naiknya produktivitas, sebab hambatan kerja bisa ditekan sehingga alur produksi lebih mulus dan hemat. Hemat ongkos pun jadi keuntungan, berkat otomatisasi dan kurangnya henti operasi yang tekan biaya buruh serta servis, plus maksimalkan pemakaian bahan [9]. Keamanan kerja pun bertambah lewat pengawasan ketat dan sinyal cepat soal situasi darurat, kurangi risiko insiden kerja. Kelola stok lebih oke bantu atur persediaan efektif, hindari kurang atau lebih stok yang rusakkan produksi [10]. Apalagi, kelola bahan lebih hemat kurangi buang-buang, jadi lebih hijau dan dukung cara berkelanjutan. Dengan mengadopsi teknologi IoT untuk monitoring level silo powder kapur, perusahaan dapat mengatasi kelemahan sistem konvensional dan menikmati berbagai manfaat yang signifikan, termasuk peningkatan efisiensi, pengurangan biaya, dan peningkatan keselamatan operasional [11].

1.2 . Rumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang prototype sistem pemantauan level silo powder yang berfungsi secara real-time menggunakan teknologi IoT.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan yang perlu diperhatikan untuk memastikan fokus dan keterlaksanaan proyek sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Jenis sensor yang digunakan :

Penelitian ini terbatas pada penggunaan sensor JSN-SR04T untuk mengukur level silo powder. Penggunaan jenis sensor lainnya tidak akan dibahas.

2. Jenis material :

Fokus penelitian adalah pada pemantauan level powder dalam silo. Pemantauan material lain, seperti cairan atau gas, tidak termasuk dalam lingkup penelitian ini.

3. Lingkup implementasi :

Implementasi sistem pemantauan dilakukan skala laboratorium atau model prototipe. Pengujian di lingkungan industri nyata hanya akan dilakukan jika memungkinkan, namun bukan menjadi fokus utama penelitian ini.

4. Platform Mikrokontroler :

Studi ini pakai platform mikrokontroler nodeMCU ESP32. Jenis mikrokontroler berbeda tak akan diteliti disini.

5. Modul Komunikasi :

Komunikasi sistem hanya pakai Wi-Fi. Opsi lain seperti LoRa, Zigbee, atau NB-IoT tak dibahas rinci.

Lewat pembatasan ini, penelitian diharap jalan fokus tajam dan hasil akuntabel sesuai sasaran yang sudah direncana

1.4 Tujuan

Studi ini ingin bangun prototipe sistem pantau level silo real-time menggunakan IoT.

II. METODE

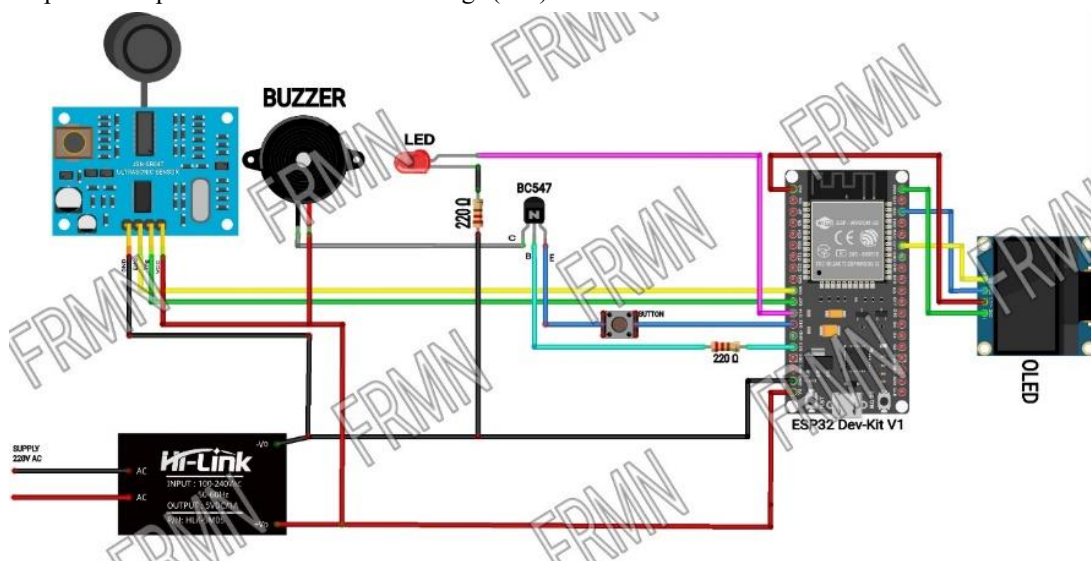
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode prototipe (prototype method), yang bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem secara iteratif melalui pembuatan model awal (prototipe) sistem pemantauan level silo powder kapur berbasis Internet of Things (IoT). Setiap tahap dilakukan secara sistematis untuk memastikan sistem yang dibangun memenuhi kriteria yang diinginkan. Adapun urutan prosesnya sebagai berikut.

2.1 Tahap Studi Literatur

Pada tahap ini, penelitian dilakukan untuk memahami teknologi terkait IoT, sensor pengukur level silo, dan platform IoT yang akan digunakan. Beberapa referensi yang akan ditinjau mencakup teknologi sensor, seperti sensor ultrasonik, serta cara mengintegrasikan microcontroller dengan platform IoT. Selain itu, studi tentang teknologi komunikasi nirkabel yang sesuai.

2.2 Perancangan Sistem

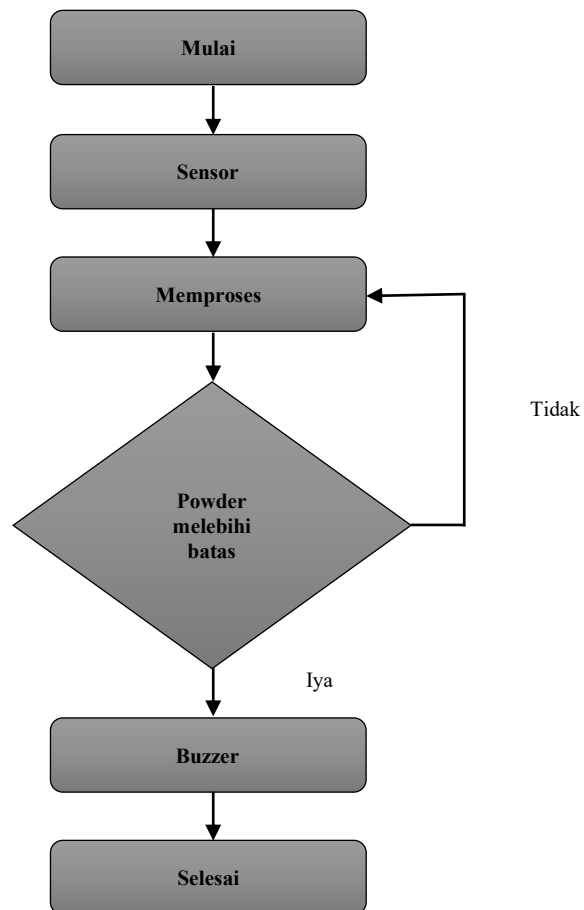
Pada tahap perancangan sistem monitoring silo berbasis IoT ini, proses dimulai dengan menetapkan kebutuhan utama yang harus dipenuhi oleh sistem, termasuk pemilihan sensor untuk mendeteksi level material dalam silo secara akurat dan sistem komunikasi yang memungkinkan transmisi data secara real-time ke platform IoT melalui jaringan nirkabel. Berikut adalah gambar wiring sistem pemantauan level silo powder kapur berbasis Internet of Things (IoT).



Gambar 1. Wiring Sistem

2.2.1 Sistem terdahulu

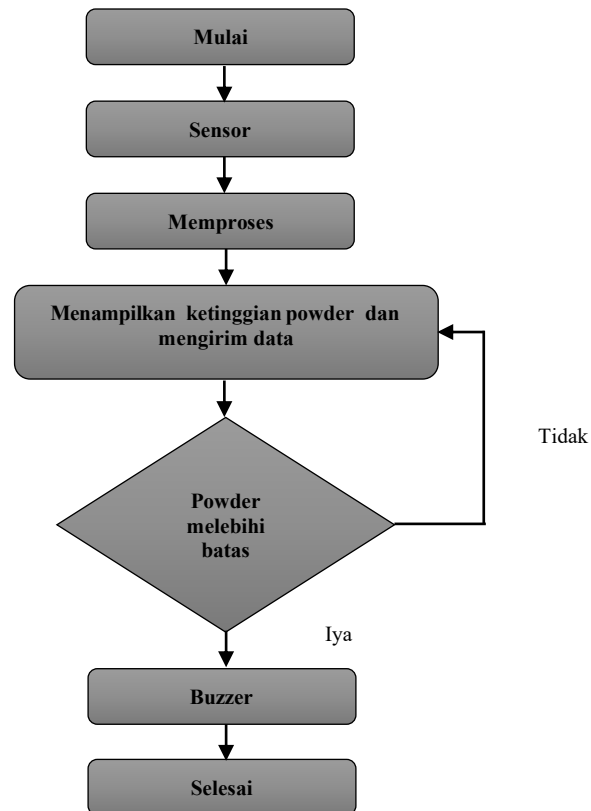
Sistem ini menggunakan sensor rotary paddle level switch, dalam satu silo ada satu sensor yang terhubung ke buzzer untuk mengetahui bahwa level silo penuh. Berikut adalah flowchart sistemnya.



Gambar 2. Flowchart Sistem Terdahulu

2.2.2 Sistem sekarang

Sistem monitoring silo berbasis IoT ini dirancang untuk memantau level material dalam silo secara real-time dan dari jarak jauh. Menggunakan sensor ultrasonic yang terhubung dengan mikrokontroler, sistem ini mengukur ketinggian material di dalam silo dan mengirimkan data secara nirkabel melalui modul Wi-Fi ke platform IoT. Di platform tersebut, divisualisasikan dalam dashboard, sehingga pengguna dapat memantau kondisi silo secara langsung melalui antarmuka berbasis web atau aplikasi mobile.



Gambar 2. Flowchart Sistem Sekarang

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengujian sistem monitoring level silo berbasis IoT yang telah dirancang dan diimplementasikan. Evaluasi dilakukan untuk menilai kinerja sistem dari aspek akurasi pengukuran, stabilitas komunikasi, responsivitas, dan efisiensi energi. Temuan dari pengujian kemudian dianalisis untuk menentukan kelebihan, kekurangan, serta potensi pengembangan sistem lebih lanjut.

A. Pengujian Akurasi Sensor

Pengujian ini dilakukan untuk memverifikasi akurasi sensor dalam mengukur level kapur dalam silo, dengan membandingkan hasil pengukuran konvensional dan metode Iot.

B. Stabilitas Transmisi Data

Sistem dites 72 jam guna jamin kirim data tanpa henti. Saat uji, tak ada hambatan pengiriman berarti. Data terkirim real-time ke platform IoT dengan tingkat gagal kurang 1%, bukti koneksi stabil prima. Platform IoT tampilkan grafik variasi level silo tetap tanpa putus berarti..

C. Responsivitas Sistem

Waktu jeda dari baca sensor ke tampil dashboard hanya 1 sampai 2 detik. Angka ini bukti sistem punya ketanggapan pas buat pantau langsung (real-time) jadi operator bisa lihat perubahan level bahan lekas.

No.	Batas minimal level powder yang dibaca sensor (cm)	Batas maksimal level powder yang dibaca sensor (cm)	Respon waktu pembacaan pada monitor (detik)	Respon waktu pembacaan web (detik)	Selisih respon waktu (detik)
1	45	100	1	1,5	0,5
2	20	80	1	1,5	0,5
3	5	48	1	1,5	0,5

Tabel 1. Hasil Pengujian Pada Prototype Pemantauan Untuk Level Silo Powder Kapur Berbasis Internet Of Things

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring level silo berbasis Internet of Things (IoT) berhasil bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem mampu mengukur ketinggian material di dalam silo secara real-time dengan tingkat akurasi yang berada pada rentang deviasi 2,8% hingga 4,7%, sehingga layak digunakan dalam kebutuhan industri yang memerlukan pemantauan kontinu. Pengujian stabilitas menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi selama 72 jam tanpa gangguan berarti, dengan tingkat keberhasilan transmisi data mencapai lebih dari 99%. Hal ini membuktikan bahwa integrasi antara sensor, mikrokontroler ESP32, dan platform IoT berjalan dengan baik.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sampaikan rasa syukur pada seluruh pihak yang beri bantuan dan dukungan, baik berupa fasilitas, bimbingan, maupun informasi teknis sehingga penelitian dan pengembangan sistem ini dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- [1] M. Faris Bin, A. Gafar, J. Kejuruteraan, E. Politeknik, S. Abdul, and A. Shah, “The Smart Flood Detector With Ultrasonic Using Iot,” 2019.
- [2] M. Jafar, S. Simanjuntak, S. Sundari, and Y. D. Lestari, “Prosiding SNASTIKOM: Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Paper Perancangan Dan Implementasi Sistem Monitoring Ketinggian Banjir Berbasis Web Dan IoT (Internet Of Things) Menggunakan Sensor Ultrasonik.”
- [3] “Pengolahan Outlet Effluent Treatment Iiib Air Limbah Unit Produksi Iii Untuk Memenuhi Kriteria Raw Water Proses Scrubbing Pt Petrokimia Gresik.”
- [4] “Rancang Bangun Prototipe Sistem Pompa Otomatis Pada Drainage Pit Berbasis Mikrokontroler.”
- [5] M. Nas, M. Rahmawaty Marsing, D. D-, T. Telekomunikasi, T. Elektro, and P. Negeri Ujung Pandang, “Journal Of Applied Smart Electrical Network And Systems (JASENS) Prototipe Pemantauan Level Air Pada Bendungan Berbasis IOT,” *Journal of Applied Smart Electrical Network and Systems*, vol. 63, no. 2, pp. 63–69, 2021, [Online]. Available: <http://journal.isas.or.id/index.php/JASENS>
- [6] S. Rumlatur and J. Carlo Tarami, “Sistem Kontrol Motor 3 Fasa Mesin Pompa Air Pada Pabrik Es Balok Dengan Menggunakan Modul Plc Omron Type Cp1e Sistem Kontrol Motor 3 Fasa Mesin Pompa Air Pada Pabrik Es Balok Dengan Menggunakan Modul Plc Omron Type Cp1e 3 Phase Motor Control System Water Pump Engine In Ice Cube Factory Using Module Plc Omron Type Cp1e.”
- [7] A. Wisaksono, Y. Purwanti, N. Ariyanti, and M. Masruchin, “Design of Monitoring and Control of Energy Use in Multi-storey Buildings based on IoT,” *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, vol. 4, no. 2, pp. 128–135, Jun. 2020, doi: 10.21070/jeeeu.v4i2.539.
- [8] A. Marselina, R. Garmini, N. P. Hadi Semen Baturaja Tbk, and M. Syahbana, “Sistem Monitoring Dan Minimalisasi Pencemaran Udara Di Pt Semen Baturaja (Persero) Tbk,” vol. 1, no. 4, p. 2022.
- [9] A. Rachman Yunanto, A. Wisaksono, and I. Anshory, “SNESTIK Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika Prototype Alat Monitoring Mengukur Volume dan Berat Muatan pada Truk Berbasis IoT”, doi: 10.31284/p.snestik.2023.4159.
- [10] S. D. Ayuni, S. Syahririni, and J. Jamaaluddin, “Lapindo Embankment Security Monitoring System Based on IoT,” *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, vol. 6, no. 1, pp. 40–48, Sep. 2021, doi: 10.21831/elinvo.v6i1.40429.
- [11] A. Ramadhan, J. Jamaaluddin,) Shazana, and D. Ayuni, “Alat Pendeteksi Dini Kebakaran dan Pemadam Otomatis Dilengkapi dengan Video Streaming Berbasis Internet of Things”.W.-K. Chen, *Linear Networks and Systems*. Belmont, CA: Wadsworth, 1993, pp. 123-135.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.