ULIL ALBAB : Jurnal Ilmiah Multidisiplin
Vol.5, No.11, Oktober 2026

Rancang Bangun Mixer Semen Menggunakan Motor Listrik dengan Sistem Pengadukan Spiral Berbasis Arduino Mega 2560

Maikel Jonatan[1], Medi Yuwono Tharam[2], Mariana Syamsudin[3]
[1,2,3] Politeknik Negeri Pontianak, Indonesia
E-mail: maikeljntn@gmail.com[1], mytharam@yahoo.com[2], marianasyamsudin@gmail.com[3]

Article History:
Received: 09 Agustus 2026
Revised: 20 September 2026
Accepted: 03 Oktober 2026

Keywords: *Mixer Semen, Arduino Mega 2560, Load Cell, Pengadukan Spiral, Motor Servo, Beton.*

Abstrak: *Penelitian ini bertujuan merancang dan menguji mixer semen otomatis menggunakan motor listrik dengan sistem pengadukan spiral berbasis Arduino Mega 2560. Sistem dirancang untuk melakukan penakaran semen, pasir, dan kerikil menggunakan load cell 20 kg yang terhubung dengan modul HX711, kemudian mengendalikan motor servo, sensor infrared, pompa air, dan motor pengaduk secara otomatis. Pengujian dilakukan pada tiga variasi mutu beton, yaitu K100, K125, dan K150. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem penimbangan mampu membaca sebagian besar material dengan error di bawah 2%. Error terbesar terjadi pada pembacaan semen mutu K150 sebesar -11,00%. Servo 1, Servo 2, dan Servo 3 dapat mengendalikan pengeluaran material sesuai program, sedangkan Servo 4 mengalami kegagalan membuka pintu pembuangan pada seluruh variasi mutu beton akibat beban material dan gesekan mekanik yang menyebabkan torsi servo tidak mencukupi. Pengujian gearbox menunjukkan perbedaan putaran teoritis dan aktual dengan error 18,18–22,22%. Secara keseluruhan, sistem elektronik dapat bekerja sesuai rancangan, tetapi mekanisme pintu pembuangan material masih memerlukan perbaikan.*

PENDAHULUAN

Proses pencampuran material beton merupakan salah satu tahapan penting dalam pekerjaan konstruksi karena komposisi semen, pasir, kerikil, dan air berhubungan dengan karakteristik campuran yang dihasilkan. Pada proses yang masih dilakukan secara manual, penentuan takaran material dan pengoperasian alat sangat bergantung pada operator sehingga berpotensi menimbulkan ketidakkonsistenan komposisi, penggunaan waktu, dan kebutuhan tenaga kerja yang lebih besar. Permasalahan tersebut mendorong pengembangan mesin pencampur yang dapat melakukan penakaran dan pencampuran secara lebih terukur.

Penerapan otomasi pada mesin pencampur telah dikembangkan pada beberapa penelitian. Rosyady dan Mahendra (2022) mengembangkan otomasi mesin pengaduk semen berbasis PLC Omron CP1E, sedangkan Lazuardi et al. (2021) mengembangkan trainer dan sistem otomasi concrete batching plant berbasis PLC. Putra dan Yenni (2020) juga merancang pembuat beton

otomatis berbasis Arduino yang mengintegrasikan load cell, servo, motor, dan katup solenoid. Penelitian lain mengenai mesin pengaduk beton portabel menunjukkan bahwa motor listrik dapat digunakan sebagai penggerak mesin pencampur untuk mendukung pekerjaan konstruksi (Fauzan & Prasetyo, 2024).

Penggunaan sistem penimbangan otomatis juga relevan untuk menjaga konsistensi komposisi. Dholifun Nafsi et al. (2025) menunjukkan penerapan Arduino Mega, load cell, dan motor servo pada sistem penimbangan dan penuangan bahan dapat menghasilkan proses otomatis dengan error pembacaan load cell yang relatif kecil. Sementara itu, Wardana et al. (2024) menunjukkan bahwa lama pengadukan berhubungan dengan karakteristik campuran beton, sehingga durasi pengadukan menjadi salah satu parameter yang perlu diperhatikan.

Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, penelitian ini mengembangkan mixer semen yang mengintegrasikan penimbangan material, penuangan material, pemberian air, dan pengadukan spiral dalam satu sistem kendali berbasis Arduino Mega 2560. Sistem menggunakan load cell 20 kg dan HX711 untuk membaca berat material, motor servo untuk membuka pintu material, sensor infrared untuk mendeteksi kondisi proses, pompa air sebagai aktuator pemberian air, serta motor listrik satu fasa yang dihubungkan dengan pulley dan gearbox WPA 50 untuk menggerakkan pengaduk spiral.

Penelitian dibatasi pada tiga variasi mutu beton, yaitu K100, K125, dan K150. Pengujian dilakukan terhadap pembacaan load cell, kerja motor servo, kerja gearbox, pemberian air, dan kinerja sistem secara keseluruhan. Tujuan penelitian adalah menghasilkan mixer semen dengan sistem pengadukan spiral yang dapat dikendalikan secara otomatis serta mengevaluasi kinerja setiap bagian berdasarkan hasil pengujian.

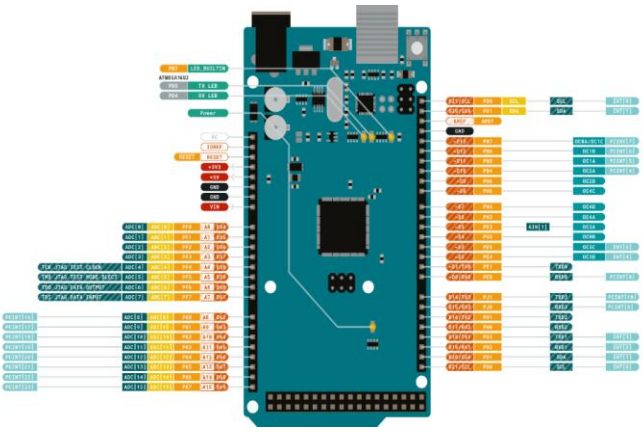
LANDASAN TEORI

1. Standar Beton

Penelitian menggunakan tiga variasi mutu beton, yaitu K100, K125, dan K150. Variasi mutu digunakan sebagai parameter pemilihan resep material dan pengaturan waktu pemberian air serta pengadukan pada program mikrokontroler. Beton K-100 sendiri merupakan beton dengan kuat tekan rencana sekitar 100 kg/cm², yang umumnya diaplikasikan pada pekerjaan konstruksi ringan. Beton K-100 sendiri merupakan beton dengan kuat tekan rencana sekitar 100 kg/cm², yang umumnya diaplikasikan pada pekerjaan konstruksi ringan. Beton mutu K-150 memiliki kuat tekan rencana sekitar 150 kg/cm², sehingga memerlukan kandungan semen yang lebih tinggi dibandingkan beton mutu K-100 dan K-125 agar kekuatan dan kepadatan beton dapat tercapai secara optimal.

2. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 digunakan sebagai pusat kendali sistem. Mikrokontroler menerima data dari sensor load cell melalui HX711 dan sensor infrared, kemudian memberikan perintah kepada motor servo, relay pompa, dan sistem penggerak motor sesuai urutan program.

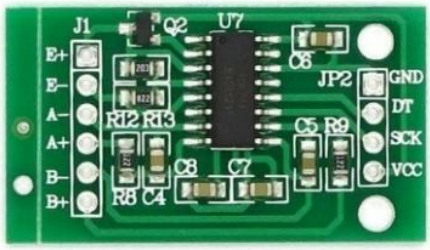


Gambar 1. Arduino Mega 2560

3. Load Cell dan HX711

Load cell digunakan untuk mengukur massa material pada corong penimbang. Perubahan gaya akibat beban material menghasilkan sinyal yang kemudian dibaca melalui modul HX711. Modul ini berfungsi sebagai penguat sekaligus konverter analog-ke-digital sehingga data berat dapat diproses oleh Arduino.





Gambar 2. Arduino Mega 2560 **Gambar 3. Arduino Mega 2560**

4. Sensor Infrared

Sensor infrared digunakan untuk mendeteksi keberadaan material pada bagian proses pencampuran. Sinyal sensor digunakan sebagai kondisi logika untuk melanjutkan tahapan pemberian air.



Gambar 4. Sensor Infrared

5. Motor Servo

Motor servo JX PDI-6221MG digunakan sebagai aktuator pembuka dan penutup pintu material. Servo 1, Servo 2, dan Servo 3 mengatur keluaran semen, pasir, dan kerikil, sedangkan Servo 4 mengatur pintu pembuangan material dari corong penimbang.



Gambar 5. Jx Servo PdI 6221MG

6. Motor Listrik dan Gearbox WPA 50

Motor listrik satu fasa menjadi sumber penggerak sistem pengadukan. Putaran motor diteruskan melalui pulley dan direduksi menggunakan gearbox WPA 50 dengan rasio 1:20 sehingga menghasilkan putaran yang lebih rendah dengan torsi yang sesuai untuk menggerakkan pengaduk spiral.



Gambar 6. Motor Listrik 1 Fasa



Gambar 7. Gearbox WPA 50

7. Pompa Air

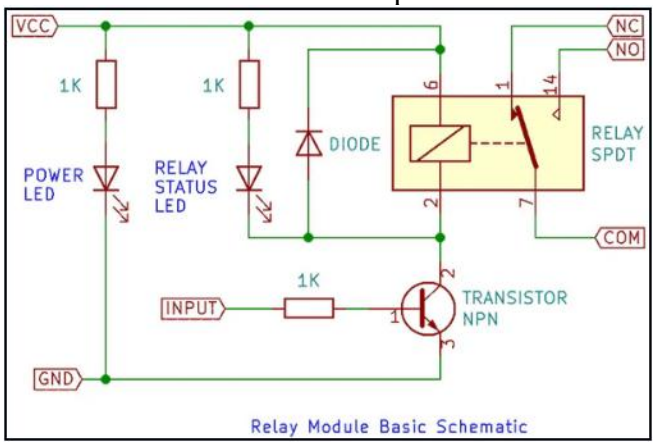
Pompa DC 12V adalah perangkat elektromekanis yang berfungsi untuk memindahkan fluida biasanya air menggunakan sumber listrik arus searah (DC) sebesar 12 volt. Pompa ini bekerja dengan menciptakan perbedaan tekanan melalui gerakan impeller atau piston, yang mendorong cairan dari sisi hisap ke sisi buang. Pompa 12 V digunakan untuk memasukkan air ke dalam drum mixer. Relay digunakan sebagai saklar yang dikendalikan oleh Arduino sehingga pompa dapat bekerja selama durasi yang telah ditentukan untuk masing-masing mutu beton.



Gambar 8. Pompa DC 12V

8. Relay

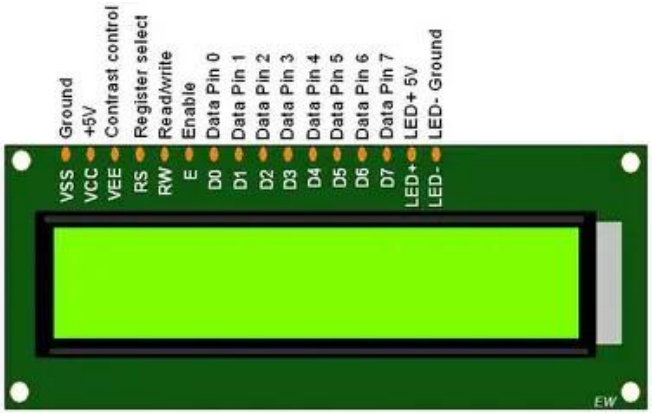
Relay adalah komponen elektromekanik yang berfungsi sebagai saklar otomatis yang dikendalikan oleh arus listrik kecil untuk mengoperasikan beban listrik yang lebih besar. Saat arus mengalir melalui kumparan dalam relay, medan magnet yang dihasilkan akan menggerakkan kontak untuk membuka atau menutup sirkuit.



Gambar 9. Relay

9. LCD I2C

LCD 16x2 adalah modul tampilan berbasis Liquid Crystal Display (LCD) yang mampu menampilkan 16 karakter dalam 2 baris. Modul ini merupakan salah satu jenis tampilan paling umum digunakan dalam proyek mikrokontroler, sistem otomasi, dan perangkat embedded, karena memiliki konsumsi daya rendah, kemudahan pemrograman, serta kompatibilitas yang tinggi dengan berbagai platform seperti Arduino, ESP32, dan PLC (dengan bantuan ekspander I2C atau konverter TTL). LCD I2C digunakan sebagai antarmuka untuk menampilkan berat material, mutu beton, dan status proses sehingga operator dapat memantau kerja sistem.

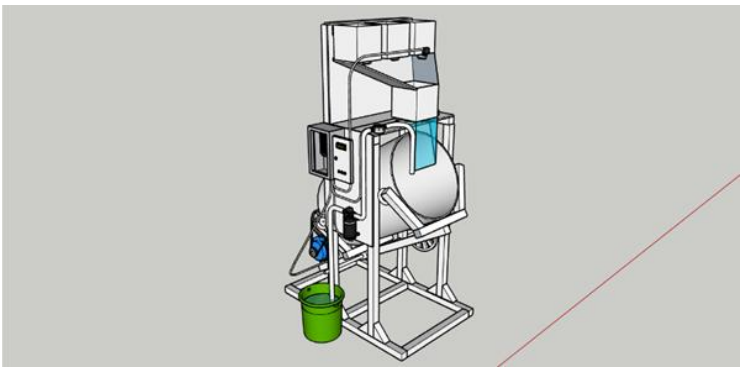


Gambar 10. LCD 12IC

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode rancang bangun (*Research and Development*) dengan tahapan identifikasi kebutuhan, perancangan sistem, pembuatan dan perakitan alat, pemrograman, kalibrasi sensor, pengujian komponen, serta pengujian sistem secara keseluruhan. Sistem dirancang untuk mengintegrasikan bagian mekanik dan elektronik dalam satu alur kerja otomatis.

Bagian mekanik terdiri atas rangka, penampung material, corong penimbang, drum mixer, pengaduk spiral, pulley, poros, dan gearbox WPA 50. Penampung material memiliki tiga bagian untuk semen, pasir, dan kerikil. Corong penimbang berukuran 20,5 cm × 30 cm × 20 cm dan dilengkapi load cell pada bagian bawah. Sistem pengaduk spiral menggunakan material besi baja dengan panjang sekitar 70 cm dan diameter sekitar 60 cm. Bagian elektronik menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai pengendali utama. Load cell terhubung ke HX711, sedangkan sensor infrared digunakan sebagai input tambahan. Output sistem terdiri atas empat motor servo, pompa air melalui relay, motor pengaduk melalui sistem switching, dan LCD I2C. Program menentukan target berat, waktu pompa, dan waktu pengadukan berdasarkan mutu beton.



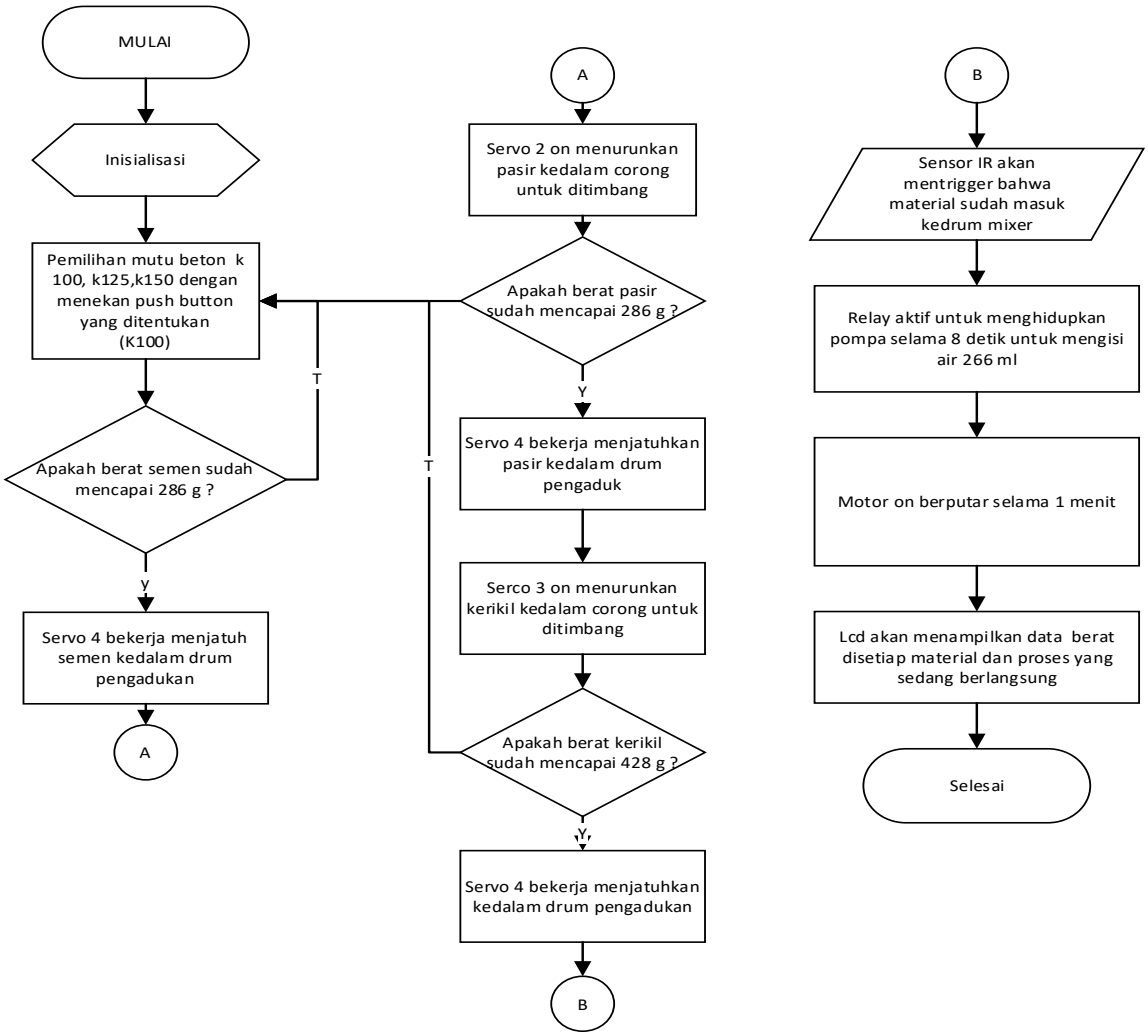
Gambar 11. Desain Mixer Semen Otomatis

Desain alat menggunakan susunan vertikal agar material dapat berpindah secara gravitasi dari penampung menuju corong penimbang dan selanjutnya menuju drum mixer. Sistem kontrol ditempatkan pada panel sehingga operator dapat memantau proses melalui LCD. Hasil rancangan kemudian direalisasikan menjadi prototipe seperti ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Hasil Pembuatan Mixer Semen

Berikut gambar 13 menampilkan *flowchart* sistem *mixer* semen otomatis.



Gambar 12. *Flowchart* Sistem *Mixer* Semen Otomatis

Alur kerja sistem dimulai dari inisialisasi komponen dan pemilihan mutu beton. Material

semen, pasir, dan kerikil diturunkan ke corong penimbang sampai mencapai nilai target. Setelah material ditimbang, Servo 4 membuka pintu corong untuk memindahkan material ke drum. Sensor infrared mendeteksi keberadaan material, kemudian pompa air bekerja sesuai durasi yang ditetapkan. Setelah pemberian air selesai, motor pengaduk menggerakkan sistem spiral selama waktu pencampuran yang telah diprogram.

Pengujian load cell dilakukan dengan membandingkan berat manual dan pembacaan load cell. Error pembacaan dihitung menggunakan persamaan:

$$\boldsymbol{Error}\ (\%) = \frac{(\boldsymbol{Berat\ Manual} - \boldsymbol{Berat\ Load\ Cell})}{\boldsymbol{Berat\ Manual}} \times 100\%$$

Pengujian servo dilakukan dengan membandingkan waktu teoritis dan waktu terukur. Pengujian gearbox dilakukan dengan membandingkan jumlah putaran teoritis dan jumlah putaran aktual. Pengujian keseluruhan dilakukan sebanyak lima kali pada masing-masing mutu beton untuk melihat keberhasilan aktuator, sensor, pompa, motor pengaduk, dan status akhir proses.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Load Cell

Pengujian load cell dilakukan pada semen, pasir, dan kerikil untuk mutu K100, K125, dan K150. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sebagian besar pembacaan berada dekat dengan nilai pembanding. Pada K100, semen dan kerikil memiliki error 0,00%, sedangkan pasir 0,70%. Pada K125, error semen 1,79%, pasir 0,00%, dan kerikil 0,20%. Pada K150, pasir dan kerikil memiliki error 0,00% dan 0,40%, sedangkan semen menunjukkan penyimpangan -11,00%.

Tabel 1. Hasil Pengujian Load Cell pada K100, K125, dan K150

Mutu	Material	Manual (g)	Load Cell (g)	Error
K100	Semen	286	286	0,00%
K100	Pasir	286	284	0,70%
K100	Kerikil	428	428	0,00%
K125	Semen	167	164	1,79%
K125	Pasir	333	333	0,00%
K125	Kerikil	500	499	0,20%
K150	Semen	200	222	-11,00%
K150	Pasir	333	333	0,00%
K150	Kerikil	500	498	0,40%

Hasil tersebut menunjukkan bahwa load cell dan HX711 dapat digunakan sebagai dasar penakaran material karena sebagian besar error berada di bawah 2%. Penyimpangan terbesar terjadi pada pembacaan semen K150. Berdasarkan evaluasi dalam tugas akhir, penyimpangan dapat berkaitan dengan posisi material yang tidak merata, getaran saat penimbangan, distribusi beban, serta kondisi kalibrasi dan titik nol sensor. Dengan demikian, pengembangan berikutnya perlu memperhatikan kestabilan mekanik corong dan proses tare sebelum penimbangan.

2. Hasil Pemberian Air

Pompa air dikendalikan berdasarkan durasi relay yang telah diprogram. K100 menggunakan durasi 8 detik dengan volume sekitar 266 mL, K125 menggunakan 15 detik dengan volume sekitar 500 mL, dan K150 menggunakan 18 detik dengan volume sekitar 566 mL. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengatur pemberian air secara otomatis berdasarkan parameter resep yang diprogram.

Tabel 2. Pengaturan Pompa Air Berdasarkan Mutu Beton

Mutu Beton	Volume Air	Durasi Relay
K100	266 mL	8 detik
K125	500 mL	15 detik
K150	566 mL	18 detik

3. Hasil Pengujian Motor Servo

Waktu terukur seluruh servo berada pada 1,44–1,86 detik, sedangkan waktu teoritis berada pada 0,085–0,227 detik. Perbedaan terjadi karena kondisi teoritis tidak memperhitungkan beban mekanik, pergerakan servo secara bertahap yang menggunakan jeda program, serta keterbatasan pengukuran menggunakan stopwatch manual. Hasil ini menunjukkan bahwa fungsi gerak servo dapat dijalankan, tetapi karakteristik waktu aktual perlu dipertimbangkan dalam perancangan urutan program.

Tabel 3. Hasil Pengujian Motor Servo

Servo	Fungsi	Sudut Servo (°)	Sudut Tujuan (°)	Waktu Teori (s)	Waktu Terukur (s)
1	Pintu semen	90	60	0,085	1,86
2	Pintu pasir	90	10	0,227	1,79
3	Pintu kerikil	80	15	0,184	1,79
4	Pintu corong	180	140	0,113	1,44

4. Hasil Pengujian Gearbox WPA 50

Pengujian gearbox menghasilkan error antara 18,18% sampai 22,22% pada jumlah putaran drum. Perbedaan antara hasil teoritis dan aktual dapat dipengaruhi oleh faktor mekanik, terutama slip belt dan perubahan beban material. Temuan ini penting karena jumlah putaran aktual menentukan durasi pengadukan yang diterima material. Oleh karena itu, kompensasi waktu pengadukan dapat dipertimbangkan agar jumlah putaran aktual mendekati kebutuhan teoritis.

Tabel 4. Hasil Pengujian Gearbox WPA 50

Mutu Beton	Perhitungan	Pengujian	Durasi	Error
K100	9 putaran	7 putaran	20 detik	22,22%
K125	11 putaran	9 putaran	25 detik	18,18%
K150	10 putaran	8 putaran	23 detik	20,00%

5. Hasil Uji Coba Sistem Secara Keseluruhan

Uji coba sistem dilakukan lima kali pada masing-masing mutu beton. Servo 1, Servo 2, dan Servo 3 dapat menjalankan fungsi pengeluaran material sesuai program. Kegagalan utama terjadi pada Servo 4 saat membuka pintu pembuangan menuju drum mixer. Kondisi tersebut terjadi pada K100, K125, dan K150. Beban material, terutama kerikil, meningkatkan gaya dan gesekan pada mekanisme pintu sehingga torsi Servo 4 tidak mencukupi untuk membuka pintu secara maksimal.

Tabel 4. Hasil Pengujian Gearbox WPA 50

Mutu	Material	Servo 1–3	Load Cell	Servo 4	Sensor/ Pompa	Motor	Status
K100	Semen	Berhasil	286 g	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
K100	Pasir	Berhasil	286 g	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
K100	Kerikil	Berhasil	428 g	Gagal	IR & pompa ON	ON	Gagal
K125	Semen	Berhasil	167 g	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil

K125	Pasir	Berhasil	333 g	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
K125	Kerikil	Berhasil	500 g	Gagal	IR & pompa ON	ON	Gagal
K150	Semen	Berhasil	200 g	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
K150	Pasir	Berhasil	300 g	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
K150	Kerikil	Berhasil	500 g	Gagal	IR & pompa ON	ON	Gagal

Berdasarkan tabel 4. diperoleh hasil bahwa kegagalan Servo 4 menyebabkan material tidak seluruhnya masuk ke area pencampuran. Sistem kemudian tetap membaca kondisi proses melalui sensor infrared sehingga pompa dapat tetap aktif. Motor pengaduk masih dapat beroperasi sesuai program, tetapi proses pencampuran secara keseluruhan belum dapat dinyatakan optimal karena tahapan pemindahan material belum berhasil. Temuan ini menunjukkan bahwa keberhasilan sistem otomasi tidak hanya ditentukan oleh sensor dan program, tetapi juga oleh kecukupan torsi aktuator dan rancangan mekanik. Berdasarkan hasil penelitian Putra dan Yenni (2020) serta Dholifun Nafsi et al. (2025), sistem pada penelitian ini memiliki kesamaan pada integrasi load cell, mikrokontroler, dan aktuator penuangan. Perbedaannya terletak pada penggunaan sistem pengadukan spiral yang digerakkan motor listrik satu fasa melalui pulley dan gearbox. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa mekanisme mekanik perlu dievaluasi lebih lanjut karena menjadi titik pembatas utama kinerja alat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, telah berhasil direalisasikan mixer semen otomatis menggunakan sistem pengaduk spiral yang digerakkan oleh motor listrik berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560. Sistem penimbangan menggunakan load cell 20 kg dan modul HX711 mampu mendeteksi berat material semen, pasir, dan kerikil dengan cukup baik. Sebagian besar error pembacaan berada di bawah 2%. Pada mutu beton K100, error terbesar sebesar 0,70% pada pasir, sedangkan pada K125 sebesar 1,79% pada semen. Pada K150, error terbesar terjadi pada semen sebesar -11,00%. Penyimpangan tersebut menunjukkan bahwa sistem penimbangan masih dipengaruhi oleh posisi material, getaran, dan distribusi beban pada corong timbang.

Sistem kendali berbasis Arduino Mega 2560 mampu mengatur Servo 1, Servo 2, dan Servo 3 untuk proses pengeluaran semen, pasir, dan kerikil sesuai dengan berat yang telah ditentukan. Load cell, HX711, sensor infrared, pompa air, dan motor pengaduk juga dapat bekerja sesuai program yang dirancang. Namun, Servo 4 mengalami kegagalan pada seluruh variasi mutu beton K100, K125, dan K150. Kegagalan terjadi karena beban material dan gesekan antara pintu pembuangan dengan wadah menyebabkan torsi Servo 4 tidak mencukupi untuk membuka pintu secara maksimal. Kondisi tersebut menyebabkan material tidak seluruhnya masuk ke dalam tabung mixer sehingga proses pencampuran belum dapat berlangsung secara sempurna, meskipun motor pengaduk tetap dapat bekerja sesuai program.

Secara keseluruhan, sistem elektronik mixer semen otomatis telah mampu menjalankan fungsi utama sesuai rancangan, sedangkan keterbatasan utama terdapat pada mekanisme mekanik pintu pembuangan material. Oleh karena itu, peningkatan kinerja alat perlu diarahkan pada penguatan struktur penopang corong, pengurangan gesekan pada mekanisme katup, penggunaan aktuator dengan torsi lebih tinggi atau mekanisme *sliding gate*, serta penyesuaian durasi pengadukan berdasarkan putaran aktual drum agar jumlah putaran pengadukan lebih mendekati nilai teoritis.

DAFTAR REFERENSI

Dholifun Nafsi, M. Z., Nachrowie, & Gumilang, Y. S. A. (2025). Sistem kontrol otomatis untuk penimbangan dan penuangan bahan pada pembuatan bata ringan CLC berbasis Arduino MEGA 2560. Jurnal Teknik Elektro: Electronic Control, Telecommunication, Computer Information and Power System, 10(1), 23–29. https://doi.org/10.30736/je-unisla.v10i1.1260

Fauzan, M. Z., & Prasetyo, E. (2024). Perancangan mesin pengaduk adonan beton portable. Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi, 2(11), 130–135.

Lazuardi, S. R., Endryansyah, E., Asto Buditjahjanto, I. G. P., & Rusimamto, P. W. (2021). Rancang bangun trainer dan sistem otomasi Concrete Batching Plant menggunakan PLC Omron CP1E E30DR-A. Jurnal Teknik Elektro, 10(3), 577–585. https://doi.org/10.26740/jte.v10n3.p577-585

Putra, R. P., & Yenni, Y. (2020). The design of Arduino Uno based automatic concrete maker. JEEMECS: Journal of Electrical Engineering, Mechatronic and Computer Science, 3(2), 171–178. https://doi.org/10.26905/jeemecs.v3i2.4405

Rosyady, P. A., & Mahendra, A. (2022). Rancang bangun otomasi mesin pengaduk semen menggunakan PLC Omron CP1E. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC, 9(2), Special Edition. https://journal.trunojoyo.ac.id/triac/article/view/15025

Wardana, A. C. G., Gumay, A., & Oktarina, D. (2024). Pengaruh lamanya pengadukan pasta beton terhadap nilai slump dan kuat tekan (studi kasus pada beton normal f'c 24 MPa). Journal of Research in Social Science and Humanities, 4(2), 280–284. https://doi.org/10.47679/jrssh.v4i2.76