

Penerapan Kendali Otomatis Pompa Air Berkeamanan Tinggi pada Sumur Komunal Masyarakat Kampoeng Batara Papring

Ikhwanul Qiram^{1*}, Nandya Erlisa Galis², Muhammad Naufal Aditya Fahmi³, Gatot Sudarsono⁴

¹Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Banyuwangi

^{2,3,4}PT Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Tanjung Wangi

Email: ^{1*} ikhwanulqiram@gmail.com, ² nandyaerlisa17@gmail.com, ³naufal.fahmi@pertamina.com,

⁴gatot.sudarsono@pertamina.com

(Ikhwanul Qiram* : Corresponding Author)

Received	Accepted	Publish
2-September-2023	10-September-2023	15-September-2023

Abstrak. Instalasi pompa air dengan jaringan pipa pada kemiringan tertentu seringkali memicu terbentuknya efek *water hammer* saat sistem tiba-tiba dimatikan. Kerusakan pada jaringan serta komponen kelistrikan menjadi sulit dihindari terutama untuk instalasi pompa air di daerah perbukitan. Kegiatan ini bertujuan untuk menerapkan teknologi tepat guna berupa kendali otomatis pompa air berkeamanan tinggi pada sumur komunal masyarakat Kampoeng Batara Papring. Waktu pelaksanaan dilakukan selama 2 bulan meliputi tahap observasi dan penjajakan lapangan, perancangan dan pembuatan teknologi, instalasi lapangan, uji coba teknologi, dan evaluasi. Pengukuran data kinerja teknologi dilakukan untuk meninjau tingkat keandalan operasi teknologi. Uji kepuasan pengguna juga dilakukan pada aspek *usability*, *quality*, *operating system*, dan *use satisfaction*. Kegiatan ini menghasilkan teknologi yang mampu menangani permasalahan resiko kerusakan jaringan pipa pada sumur komunal masyarakat Kampoeng Papring. Uji teknologi telah memenuhi tingkat kinerja yang relatif presisi antara pengukuran manual maupun secara sensorik. Hasil pengujian teknologi secara keseluruhan menunjukkan kepuasan yang signifikan dengan prosentase total sebesar 90 % pada kriteria yaitu sangat baik untuk teknologi kendali otomatis pompa air komunal pada Kampoeng Batara Papring.

Kata Kunci: Kendali otomatis; pompa air; efek water hammer; pengabdian kepada masyarakat; kampoeng batara

Abstract – The installation of water pumps with piped networks on specific inclinations often triggers the occurrence of a water hammer effect when the system is abruptly shut down. Damage to the network and electrical components is difficult to avoid, especially in water pump installations located in hilly areas. The objective of this project is to implement appropriate technology in the form of a high-security automatic water pump control system for the communal well of the Batara Papring Village community. The project timeline spans over 2 months, encompassing stages of observation and field exploration, technology design and development, field installation, technology testing, and evaluation. Performance data measurements are conducted to assess the reliability of the technology's operations. User satisfaction tests are also carried out, evaluating usability, quality, operating system, and overall user satisfaction. This initiative has resulted in technology capable of addressing the issues and risks associated with pipe network damage in the communal well of the Papring Village community. Technology testing has demonstrated relatively precise performance levels, both through manual measurements and sensor-based evaluations. The overall results of technology testing indicate significant satisfaction, with a total percentage of 90%, categorizing the automated communal water pump control technology in Batara Papring Village as "excellent."

Keywords: Automatic control; communal well; community service; water hammer effect; Kampoeng batara.

1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan dasar masyarakat yang harus tersedia dalam jumlah cukup. Namun sayangnya belum semua masyarakat Indonesia bisa menikmati air bersih dengan baik. Contohnya saja masyarakat Kampoeng Papring Kelurahan Kalipuro Kabupaten

Banyuwangi. Warga di kampoeng ini baru dapat menikmati air bersih pada tahun 2022 (Dok Wawancara, 2023). Sementara, potensi sumber daya air di Indonesia mencapai sebesar 2,78 triliun m³/thn (Ditjen SDA, 2022). Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), Jawa Timur menjadi provinsi dengan produksi air bersih paling melimpah di Indonesia dengan produksi mencapai 810,68 juta m³/th (AntaraJatim.com, 2023).

Hasil peninjauan dilapangan, diperoleh sejumlah informasi penting yang menunjukkan bahwa lebih dari 70 KK yang menggatungkan sumber kebutuhan air bersih dari satu-satunya sumur air komunal untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Jauh sebelum adanya sumur komunal dibuat, masyarakat harus berjalan menuruni jurang untuk mendapatkan air bersih. Masyarakat cukup kesulitan untuk membiayai pembuatan sumur bor karena topografi daerahnya yang berbukit terjal bebatuan (Qiram, 2022; Qiram et al., 2022), faktor ini salah satunya yang membuat biaya pembuatan sumur relatif sangat mahal. Berdasarkan kondisi tersebut, pada tahun 2022 PT. Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Tanjung Wangi memberikan bantuan pembuatan sumur bor dan instalasi pipa hingga tangki penyimpanan kapasitas 5300 lt untuk menunjang kebutuhan air bersih warga Papring. Selain pembuatan sumur bor, PT. Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Tanjung Wangi juga aktif melakukan pendampingan HIPAM dibawah naungan Pokmas "Kampoeng Batara".

Sumur air komunal yang ada berperan sangat penting dalam memenuhi kebutuhan hidup bagi masyarakat Papring. Operasi kerja sumur air komunal Papring masih mengandalkan seorang operator yang bertugas menghidupkan/mematikan saklar panel listrik saat tangki air dalam keadaan kosong atau sudah penuh. Sementara operator sangat memungkinkan bisa tidak selalu berada ditempat karena berbagai kesibukan. Selain itu, proses menghidupkan dan mematikan saklar pada panel secara langsung dapat memicu fluktuasi air dalam intalasi akibat perbedaan ketinggian dan volume air dalam pipa yang dapat berpotensi merusak pompa atau jaringan pipa. Desain instalasi yang rumit karena harus mengikuti kondisi lahan yang tersedia menyebabkan jarak sumur dengan tangki air memiliki jarak relatif jauh dengan kemiringan yang sangat curam. Desain ini berpotensi menimbulkan terjadinya fluktuasi tekanan yang diakibatkan oleh penutupan valve yang cepat ataupun matinya pompa secara tiba-tiba (Al Rosyid et al., 2015). Sementara masyarakat memiliki keterbatasan tenaga teknis yang dibutuhkan sewaktu-waktu dalam menangani kerusakan jika terjadi. Oleh sebab itu, penerapan sistem kendali otomatis pompa air berkeamanan tinggi dibutuhkan untuk menjamin keberlangsungan suplai air bersih pada warga Papring.

Dalam perkembangannya, teknologi pengendalian otomatis pompa telah banyak diterapkan dengan berbagai metode. Biasanya masyarakat menggunakan pelampung sebagai sistem otomatis sederhana water level control untuk mengatur kerja pompa (Aet al., 2016). Namun seiring perkembangan teknologi elektronik, beberapa sistem kendali telah dikembangkan dalam bentuk saklar elektrik yang dikontrol sistem mikrokontroler (Subarna, 2018), penggunaan IoT berbasis sensor ultrasonic untuk kontrol pengisian tangki dan debit air (Ardiliansyah et al., 2021), Katup hidrolis (Xiao et al., 2019), Rancang bangun kendali pintu air secara otomatis dengan pemberitahuan informasi menggunakan SMS pada pengairan persawahan berbasis mikrokontroller (Taufik, 2018), dan pembuatan kontrol operasional pompa air dengan menggunakan sistem interlock untuk sistem keamanan pada penggunaan pompa lebih dari 1 rumah (Saputra et al., 2015). Seluruh sistem yang dikembangkan dalam pengaturan kerja pompa air tersebut didasari atas pertimbangan efisiensi biaya serta faktor keamanan saat penggunaan.

2. METODE PELAKSANAAN

Solusi atas permasalahan yang dihadapi oleh mitra adalah melalui penerapan teknologi tepat guna berupa sistem kendali otomatis pompa yang bekerja berdasarkan perubahan pembacaan ketinggian air melalui sensor ultrasonik yang ditanamkan pada tangki penyimpanan. Bila air penuh pada tandon maka pompa akan berhenti bekerja, sedangkan bila isi tandon sudah jauh berkurang, maka pompa akan hidup kembali. Selain itu, untuk memberikan tingkat keamanan tinggi terhadap resiko fluktuasi air, sistem kendali otomatis ini sekaligus mengontrol

sistem interlock aliran air dalam pipa menggunakan solenoid valve yang ditempatkan pada 4 titik krusial pada jaringan pipa. Diagram sistem dapat dilihat pada lampiran proposal ini.

Metode yang digunakan berupa tahap persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Tahap persiapan dilakukan dengan melakukan FGD bersama mitra untuk menentukan permasalahan yang dihadapi. Permasalahan yang dialami berupa situasi pengelolaan air yang membutuhkan teknologi kendali otomatis sumur air komunal berkemampuan tinggi. Tahap pelaksanaan dilakukan dengan melaksanakan dari apa yang sudah direncanakan sesuai gambaran berikut.



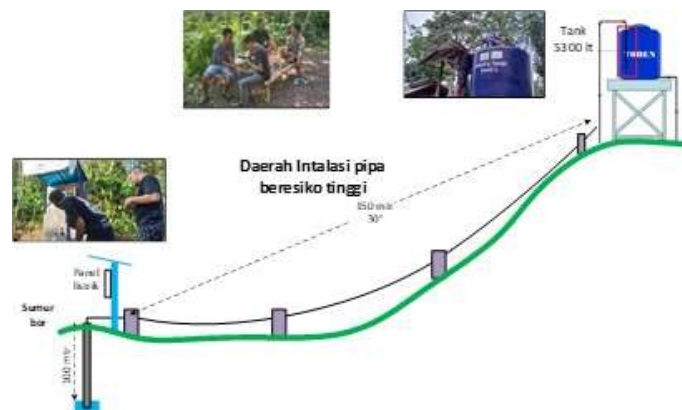
Gambar 1. Alur pelaksanaan program

2.1. Persiapan dan Penjajakan Penerima Program

Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh gambaran situasi dan permasalahan yang dihadapi mitra. Proses observasi lapangan dan pengumpulan data ini diikuti oleh tim PT. Pertamina, praktisi Perguruan Tinggi, serta mitra dalam hal ini adalah masyarakat Kampong Batara Papring. Kegiatan ini juga menjelaskan solusi alternatif IPTEK yang diterapkan serta teknis pelaksanaan. Instalasi teknologi sistem kendali otomatis pompa air berkemampuan tinggi dirancang untuk memastikan pasokan air yang konsisten, andal, dan aman, terutama dalam situasi darurat. Oleh sebab itu, pengukuran kondisi objek lapangan seperti debit air, volume pipa, kapasitas tendon, daya listrik tersedia, serta kemampuan SDM mengoperasikan teknologi.



Gambar 2. Kampong Batara Papring



Gambar 3. Ilustrasi situasi objek lokasi sumur komunal.

2.2. Perancangan Teknologi

Kegiatan ini bertujuan untuk menentukan gambaran bagaimana teknologi ini bekerja. Secara garis besar, sistem ini dirancang menggunakan komponen-komponen seperti sensor ultrasonik, LED, mikrokontroler Arduino, relay, dan solenoid valve. Selain perancangan sistem, pada tahap ini juga dilakukan pengadaan komponen-komponen yang dibutuhkan dalam mengembangkan sistem.

2.3. Instalasi Teknologi

Pada tahapan ini tim memastikan teknologi kendali otomatis pompa mampu berjalan dengan baik. Tahap pengujian berulang juga dilakukan untuk memperoleh kinerja teknologi yang handal dan siap digunakan dilapangan. Selain proses instalasi dilapangan, tim pelaksana juga memberikan pelatihan operasi teknologi pada operator HIPAM Kampoeng Papring.

2.4. Pelaporan Program

Tahap ini tim pelaksana menyusun laporan kemajuan penerapan program. Laporan digunakan untuk mengukur ketercapaian target program.

2.5. Evaluasi

Tahap evaluasi dilaksanakan dengan menilai level keberhasilan dari pelaksanaan perencanaan dari program. Tingkat keberhasilan dinilai dengan adanya perencanaan yang matang dan keberfungsian teknologi yang diimplementasikan sesuai target kegiatan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Observasi dan Pengembangan Teknologi

Berdasarkan tahapan kegiatan yang telah direncanakan, pelaksanaan program ini berjalan sesuai target yang ditetapkan. Teknologi kendali pompa air otomatis berkeamanan tinggi telah diterapkan dan beroperasi dengan baik. Hasil kegiatan penjajakan dan observasi lapangan menunjukkan beberapa parameter penting yang digunakan dalam pembuatan teknologi seperti tertera pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data pemeriksaan objek dan kondisi lingkungan operasi teknologi

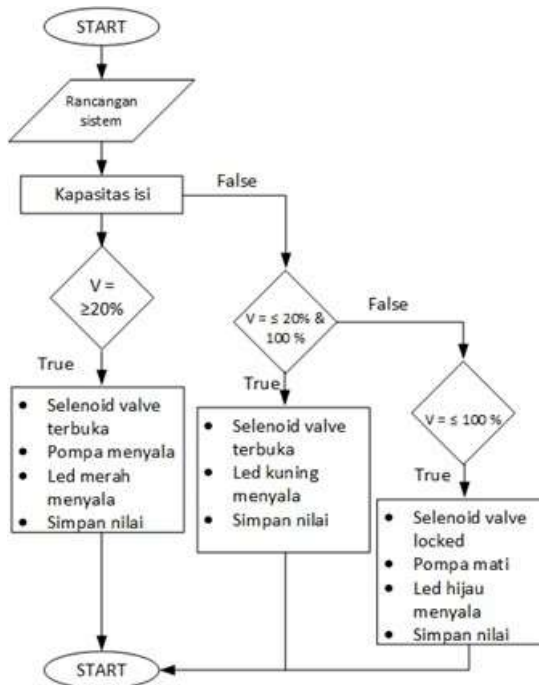
No	Item Pengukuran	Nilai	Satuan
1	Kedalaman sumur	100	meter
2	Diameter pipa	3	inch
3	Kapasitas pompa air	2	Hp
4	Debit optimal	3	m ³ /hr
5	Kapasitas tandon	5300	lt
6	Kemiringan bukit	15-30	deg
7	Panjang pipa pengisi	300	meter
8	Beda ketinggian mata sumur dan tandon	7	meter
9	Sumber daya listrik	4000	watt

Berdasarkan data-data di atas, selanjutnya tim praktisi membuat rancangan teknologi sistem kendali kerja pompa air. Sebagai upaya untuk mencegah agar tidak terjadi tekanan balik air dari tandon menuju pompa, maka dibutuhkan seleneod valve yang secara otomatis dapat menutup atau membuka jalur air dalam pipa pada saat tangki air terisi penuh atau perlu melakukan pengisian. Pertimbangan penempatan seleneod valve dihitung berdasarkan pertimbangan volume fluktuasi yang bergerak dari tangki air. Adapun skema diagram blok teknologi dibuat dalam gambar berikut.



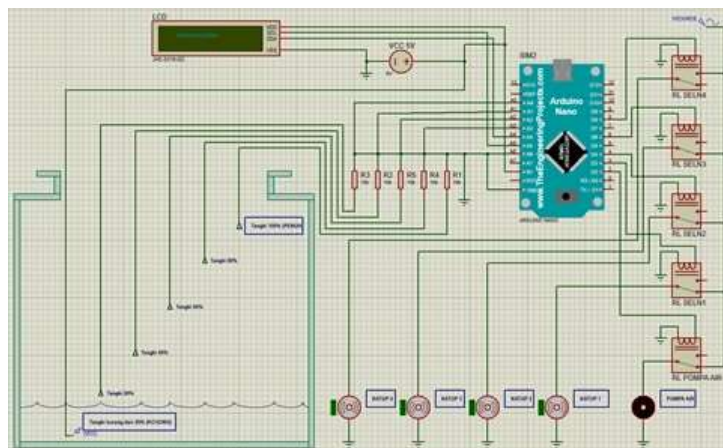
Gambar 4. Diagram blok sistem kendali pompa air berkeamanan tinggi

Prinsip kerja teknologi diawali dengan menghidupkan rangkaian, program melakukan inialisasi awal yang terhubung ke rangkaian sensor ultrasonik. selanjutnya data kapasitas air ditetapkan untuk level air melalui perbedaan jarak permukaan air. Prinsip kerja sistem terlihat sebagai berikut.



Gambar 5. Flowchart sistem pengendali pompa air dan solenoid valve.

Sedangkan untuk skema Arduino ditampilkan dengan desain sebagai berikut



Gambar 6. Rancangan skema Arduino pada sistem kendali pompa air berkeamanan tinggi

Proses pengembangan teknologi pada skala laboratorium hingga pemasangan instalasi di lapangan membutuhkan waktu 1 bulan. Kegiatan ini tidak menemukan kendala yang cukup berarti karena kordinasi yang berjalan juga cukup baik, karena teknologi telah diuji terlebih dahulu sebelum dipasang pada unit yang tersedia. Hal ini juga menjadi pertimbangan mengingat keberadaan sumur air ini merupakan satu-satunya yang mensuplay kebutuhan air bersih bagi 70 KK, sehingga proses kordinasi pemasangan instalasi diduga akan sedikit memberikan gangguan.

3.2. Pengujian Teknologi

Uji coba teknologi secara langsung dilakukan setelah proses instalasi dilakukan. Pada kegiatan ini dilakukan uji keandalan teknologi yang meliputi kinerja sensor ultrasonik, kinerja solenoid valve, dan pengukuran tegangan operasi teknologi. Hasil pengukuran ditunjukkan melalui Gambar 7 dan tabel 2 dan 3. sebagai berikut.



Gambar 7. Proses pemasangan dan uji coba teknologi

Tabel 2. Kinerja sensor ultrasonik pengukur ketinggian air.

Volume air pada tangki (%)	Hasil ukur manual (cm)	Hasil ukur sensor (cm)	Tingkat kesalahan (%)
≥ 20	211	212	0,5
80	203	200	1,5
≤ 20	10	10,5	5

Tabel 3. Kinerja solenoid valve

Posisi valve	Sudut putar valve (°)	Teg output (V)
Open	CCW 180	0,50
Closed	CW 180	0,08

Berdasarkan hasil uji lapangan kinerja sensor ultrasonik (lihat Tabel 2) menunjukkan pengukur ketinggian air pada tangki air tidak menunjukkan gradien yang cukup signifikan. Hasil pengukuran manual dengan sensor menunjukkan ambang batas prosentase yang dapat ditoleransikan, kondisi ini menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan baik. Sedangkan pada Tabel 3 untuk pengujian kinerja solenoid valve menunjukkan kondisi perubahan valve dari kondisi terbuka ke tertutup dan sebaliknya, atau saat sensor membaca prosentase ketinggian

air pada tangki air. tandon air pada kondisi air dengan ketinggian ≤ 20 % atau berisi tetapi tak penuh, maka sensor akan mengirimkan sinyal ke modul yang diterukan agar pompa menyala dan solenoid valve untuk terbuka, dan sebaliknya jika sensor mengukur pada $\geq 20\%$ atau terisi penuh, maka sensor akan mengirikan sinyal balik ke modul untuk mematikan pompa dan saat yang sama menutup solenoid valve. Kinerja teknologi ini telah teruji sebagaimana target kebutuhan yang ada dilapangan.

3.3. Tingkat Kepuasan Penerima Manfaat

Hasil kegiatan penerapan teknologi kendali otomatis pompa air ini bertujuan untuk memberikan keamanan yang baik terhadap komponen-komponen pompa dan instalasi pipa yang terpasang. Selain itu, manfaat yang diperoleh adalah memudahkan masyarakat untuk memastikan stabilitas suplay air berjalan dengan baik. Oleh sebab itu, penerapan teknologi ini membutuhkan ukuran kinerja kepuasan yang terukur oleh penerima manfaat. Pengukuran menggunakan quesioner yang dibagikan pada 10 orang pengguna teknologi. Analisis kepuasan menggunakan skor kepuasan sebagaimana dalam tabel berikut.

Tabel 4. Uji kepuasan penerima manfaat

No	Kriteria	Skor aktual	Skor ideal
1	<i>Usability</i>	18	20
2	<i>Quality</i>	17	20
3	<i>Operating system</i>	18	20
4	<i>Use Satisfaction</i>	19	20
	Total	70	80

Hasil pengujian teknologi secara keseluruhan menunjukkan kepuasan yang signifikan dengan prosentase total sebesar 90 % pada kriteria yaitu sangat baik untuk teknologi kendali otomatis pompa air komunal pada Kampoeng Batara Papring.

4. KESIMPULAN

Kegiatan program penerapan teknologi kendali otomatis pompa air komunal pada Kampoeng Batara Papring ini memberikan kesimpulan, dimana resiko kerusakan sistem instalasi air komunal yang ada mampu terlindungi dari resiko water hummer yang terjadi. Teknologi ini juga telah memberikan kemudahan bagi warga masyarakat untuk tidak tergantung pada operator Hipam, dimana teknologi yang diterapkan mampu mengisi dan mematikan pompa air yang disertai dengan kemanan tinggi. Berdasarkan kepuasan pengguna, teknologi yang diterapkan memberikan prosentase kepuasan pengguna sebesar 90% dengan kriteria sangat baik pada aspek *Usability*, *Quality*, *Operating system*, dan *Use Satisfaction*.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Rosyid, H., Handayasari, I., & Hariyanto, S. T. (2015). Analisa Water Hammer Pada Pipa Sirkulasi Condesate Extraction PUMP PT PJB UBJOM PLTU Indramayu. *Power Plant*, 26–31.
- AntaraJatim.com. (2023). *Produksi air bersih Jatim tertinggi se- Indonesia*. <https://jatim.antaranews.com/>
- Ardiliansyah, A. R., Puspitasari, M. D., & ... (2021). Rancang Bangun Prototipe Pompa Otomatis Dengan Fitur Monitoring Berbasis IoT Menggunakan Sensor Flow Meter dan Ultrasonik. *Explore IT!: Jurnal ...*, 5(36), 59–67. <https://www.jurnal.yudharta.ac.id/v2/index.php/EXPLORE-IT/article/view/2601%0Ahttps://www.jurnal.yudharta.ac.id/v2/index.php/EXPLORE-IT/article/download/2601/1979>
- Aviv, A. S., Wardayanti, A., Budiningsih, E., Fimani, A. K., & Suhardi, B. (2016). Water Level Control Sistem Otomatis Sederhana pada Tandon Air di Kawasan Perumahan. *PERFORMA: Media Ilmiah Teknik Industri*, 15(2), 130–136. <https://doi.org/10.20961/performa.15.2.9864>
- Ditjen SDA. (2022). *Air Untuk Keberlangsungan Hidup Masyarakat*. <https://sda.pu.go.id/>
- Qiram, I. (2022). *Identification and Implementation Strategy for Strengthening Bamboo Craft Industry in*

Papring Village Identification and Implementation Strategy for Strengthening Bamboo Craft Industry in Papring Village, Banyuwangi. 3(2), 491–500. <https://doi.org/10.36526/gandrung.v3i2.1949>

Qiram, I., Hadi, C. F., & Nurmahmudy, W. (2022). Penerapan Teknologi Produksi dan e-Commerce pada UKM Kerajinan Bambu di Lingkungan. *TEKIBA : Jurnal Teknologi Dan Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 13–17.

Saputra, T., Sy, M. H., Akbar, M. F., Syah, B., & Sebastian, Y. (2015). Design Operational Control Tool of Water Pump for The Two Users of Household Scale. *TekTan Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian*, 7, 124–131.

Subarna, N. (2018). Sistem Kendali On/Off Motor Induksi Pompa Air Dengan Histerisis dapat Diprogram. *MIND Journal*, 3(2), 48–58. <https://doi.org/10.26760/mindjournal.v3i2.48-58>

Taufik, I. (2018). Rancang Bangun Kendali Pintu Air Secara Otomatis Dengan Pemberitahuan Informasi Menggunakan SMS Pada Pengairan Persawahan Berbasis Mikrokontroler. *Elektron Jurnal Ilmiah*, 10, 1–5.

Xiao, J., Liang, Z., Liu, C., Duan, W., & Liu, X. (2019). Automatic control system design of hydraulic valves. *7th International Conference on Sustainable Energy and Environment Engineering (ICSEEE 2018)*, January. <https://doi.org/10.2991/icseee-18.2019.130>