

Sistem Pemantauan Sampah Pada Prototype Perangkap Dan Pengangkat Sampah

1st Wafiq Fayza
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

wafiqfayza@student.telkomuniversity.a
c.id

2nd Porman Pangaribuan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

porman@telkomuniversity.ac.id

3rd Azam Zamhuri Fuadi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

azamzamhurifuadi@telkomuniversity.a
c.id

Abstrak — Sungai Citarum merupakan sungai terpanjang dan terbesar di Jawa Barat. Pada tahun 2018 WorldBank menobatkan sungai Citarum sebagai sungai terkotor di dunia. Pencemaran Sungai Citarum disebabkan oleh perilaku masyarakat itu sendiri, masih banyak oknum masyarakat yang memanfaatkan Citarum sebagai tempat pembuangan sampah rumah tangga. Sampah-sampah yang dibuang oleh masyarakat sekitar ke sungai akan memicu terjadinya penumpukan sampah di sungai dan menyebabkan air sungai naik ke permukaan. Maka diperlukan Sistem yang dapat mendeteksi ketinggian dan berat sampah pada bak, serta dapat mengirimkan pesan peringatan kepada dinas kebersihan untuk segera mengangkut sampah yang sudah terkumpul. Sistem pemantauan dapat memantau nilai ketinggian sampah dan berat sampah dengan nilai yang sesuai antara nilai secara real dan pada LCD. Hasil sistem pemantauan pun dapat ditampilkan dengan jelas pada aplikasi LCD. Pesan peringatan dapat mengirimkan pesan apabila ketinggian sudah mencapai setpoint, dan pesan peringatan tidak akan terkirim apabila ketinggian belum mencapai setpoint. Prototype perangkap dan pengangkat sampah di daerah aliran sungai yang dilengkapi sistem pemantauan sampah pada bak sampah dapat mempermudah dalam proses pemantauan dan pengangkutan sampah oleh user.

Kata kunci— sampah, sungai, pemantauan, bak sampah, LCD, pesan peringatan

I. PENDAHULUAN

Sungai Citarum merupakan sungai terpanjang dan terbesar di Jawa Barat. Pada tahun 2018 WorldBank menobatkan sungai Citarum sebagai sungai terkotor di dunia. Kendati demikian sungai yang keadaan airnya jauh dari standar layak, warga di sekitar aliran sungai Citarum tetap menggantungkan hidup mereka di sini. Persoalannya ternyata tidak sederhana, menyangkut untuk kebutuhan sehari-hari [1]. Berbagai program dan kebijakan telah dilaksanakan oleh pemerintah pusat melalui berbagai kementerian, pemerintah daerah, LSM dan masyarakat setempat. Namun masalah Citarum belum terselesaikan, pencemaran Sungai Citarum disebabkan oleh perilaku masyarakat itu sendiri, masih banyak oknum masyarakat yang memanfaatkan Citarum sebagai tempat pembuangan sampah rumah tangga [2]. Sampah-sampah yang dibuang oleh masyarakat sekitar ke sungai akan memicu terjadinya pendangkalan sungai dan menyebabkan air sungai naik ke

permukaan. Hal ini menjadi cikal bakal terjadinya banjir di setiap musim hujan [3]

Untuk itu diperlukan sebuah sistem yang dapat menangani masalah penumpukan sampah pada aliran sungai. Rancang bangun protyep perangkap dan pengangkat sampah merupakan salah satu solusi untuk mengurangi masalah penumpukan sampah pada aliran sungai. Proses kerja sistem ini, dimana sampah yang mengalir secara di aliran sungai akan terperangkap oleh perangkap sampah dan sampah akan terangkat oleh conveyor menuju bak sampah yang sudah tersedia di pinggiran sungai.

Perancangan alat perangkap dan pengangkat sampah saja tidak cukup untuk menanggulangi penumpukan sampah di daerah aliran sungai. Sampah yang sudah diangkat oleh alat pengangkat sampah akan terkumpul pada bak penampungan sampah yang tersedia. Agar sampah yang terkumpul pada bak penampungan sampah tersebut dapat segera diangkut oleh petugas dinas kebersihan menuju TPA terdekat, maka diperlukan suatu sistem yang dapat memantau banyaknya sampah pada bak penampungan sampah. Sistem yang dapat mendeteksi ketinggian dan berat sampah pada bak, serta dapat mengirimkan pesan peringatan kepada dinas kebersihan untuk segera mengangkut sampah yang sudah terkumpul.

II. KAJIAN TEORI

A. Kondisi Sampah di Sungai Citarum

Pencemaran yang terjadi di Sungai Citarum umumnya disebabkan oleh kontaminasi limbah dari rumah tangga dan industri. Karenanya, solusi untuk mengatasi permasalahan ini harus melibatkan pendekatan pengelolaan sampah yang komprehensif dan bertanggung jawab. Pendekatan ini harus memiliki tingkat kekokohan yang cukup untuk menangani potensi akumulasi sampah yang mencapai 1.500-1.800 ton per hari di Kota Bandung. Dampak dari pencemaran sampah di Sungai Citarum meliputi penurunan kualitas air, pertumbuhan berlebihan eceng gondok, risiko banjir, masalah kesehatan seperti penyakit kulit dan diare, serta dampak negatif terhadap budidaya ikan. Bahkan, reputasi Indonesia pernah tercemar saat Sungai Citarum dinobatkan sebagai salah satu sungai terpolutur kedua di dunia. Oleh karena itu, langkah-langkah tegas dan komprehensif perlu diambil untuk mengatasi pencemaran dan mengembalikan ekosistem Sungai Citarum ke keadaan yang lebih baik [4].

Selain program Citarum Harum dari pemerintah terdapat lembaga-lembaga lingkungan hidup yang ikut membantu proses pembersihan sungai Citarum. Beberapa organisasi yang terlibat dalam inisiatif ini adalah Waste4Change, sebuah perusahaan yang menyediakan solusi untuk persoalan sampah; Bening Saguling Foundation, sebuah yayasan yang fokus pada edukasi lingkungan; dan RiverRecycle yaitu ahli teknologi dan penyedia Trash Boom serta Konveyor Apung dari Finlandia. Kerja sama ini dimulai berdasarkan perhatian Founder RiverRecycle, Anssi Mikola, terhadap dokumenter dari Bening Saguling Foundation yang memperhatikan banyaknya sukarelawan di Sungai Citarum yang mengumpulkan sampah plastik secara manual menggunakan perahu-perahu kayu kecil. Setelah melihat dokumenter tersebut, Anssi Mikola merasa bahwa masih ada cara yang lebih efektif dan efisien untuk mengelola sampah di daerah aliran sungai. Hal ini Anssi untuk menghadirkan mesin dan teknologi yang mampu mempermudah kegiatan tersebut. Anssi memperkenalkan teknologi Trash Boom buatannya dengan tujuan mendukung negara-negara yang memerlukannya, tidak hanya di Indonesia, tetapi juga di India, Ghana, dan bahkan Filipina. Tidak hanya pengumpulan sampah yang menjadi fokus, tetapi juga upaya untuk memilah dan mengarahkan sampah bernilai tinggi yang mencemari Sungai Citarum dan sekitarnya ke industri daur ulang. Sampah dipisahkan ke dalam 31 kategori yang berbeda, mulai dari yang organik hingga anorganik. Sampah plastik dengan nilai rendah seperti lembaran plastik, yang pada umumnya dianggap sebagai residu, akan diolah menjadi papan plastik. Langkah ini dalam memanfaatkan sampah menjadi papan plastik memiliki potensi dampak positif yang signifikan bagi sektor-sektor di sekitar DAS Citarum [5].

B. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu komponen semikonduktor yang berperan sebagai pengendali dari rangkaian elektronika, bertugas melaksanakan perintah-perintah yang diberikan, dan merupakan komponen inti dari program yang terkomputerisasi [6]. Dalam sistem pemantauan sampah ini, 2 buah mikrokontroler WEMOS D1 Mini digunakan. Mikrokontroler pertama berfungsi untuk menjalankan sensor ultrasonik dan bot pesan *WhatsApp*, sedangkan mikrokontroler kedua berfungsi untuk menjalankan *load cell* dan LCD. Pemilihan mikrokontroler dalam sistem ini karena ukurannya yang kecil sehingga mempermudah untuk diintegrasikan ke dalam prototipe dan dilengkapi dengan modul WiFi terintegrasi, yaitu ESP8266, yang memungkinkan perangkat untuk terhubung ke jaringan WiFi. Hal ini sangat penting dalam konsep pemantauan sampah karena memungkinkan perangkat untuk terhubung ke internet, sehingga dapat mengirimkan bot pesan.

C. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja dengan mengonversi sinyal fisik (bunyi) menjadi sinyal listrik dan sebaliknya. Prinsip operasinya berdasarkan pada pemantulan gelombang suara guna menghitung jarak objek menggunakan frekuensi khusus [6]. Sensor ultrasonik pada sistem ini digunakan untuk mendeteksi data ketinggian sampah pada bak penampungan sampah.

D. Load Cell

Sensor Loadcell merupakan suatu transduser yang berfungsi untuk mengubah berat suatu benda menjadi sinyal listrik. Proses konversi ini terjadi berkat adanya strain gauge (alat untuk mengukur tegangan pada objek tertentu) yang menyebabkan perubahan resistansi. Setiap sensor Loadcell memiliki 4 susunan strain gauge. Nilai konduktansinya meningkat seiring dengan gaya atau beban yang diterima, dan sifatnya resistif. Ketika Loadcell tidak mengalami beban berat, resistansinya akan sama pada setiap sisinya, tetapi ketika ada beban, nilai resistansinya akan menjadi tidak seimbang. Proses ini dimanfaatkan untuk mengukur berat suatu benda [7]. *Load Cell* pada sistem ini digunakan untuk mendeteksi data berat sampah yang terkumpul pada bak penampungan sampah.

E. LCD

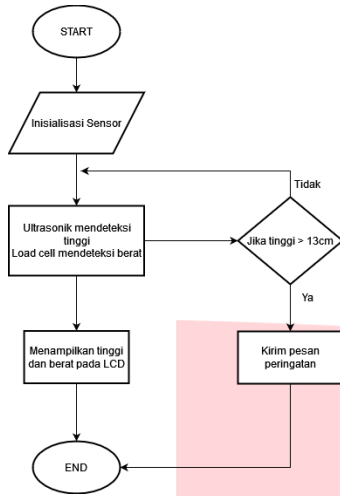
LCD (Liquid Crystal Display) adalah sebuah komponen elektronika yang berperan sebagai media untuk menampilkan data, dalam bentuk karakter, huruf, atau grafik. LCD termasuk dalam jenis tampilan elektronik yang menggunakan teknologi CMOS logic. Mekanisme operasi LCD berbeda dari sumber cahaya, karena tidak menciptakan cahaya sendiri, tetapi memantulkan cahaya sekitar (front-lit) atau membiarkan cahaya melewati dari belakangnya (back-lit). Sebagai akibatnya, LCD berfungsi sebagai layar tampilan informasi dengan kemampuan untuk menampilkan karakter, huruf, angka, atau grafik sesuai keperluan [8]. LCD pada sistem ini digunakan untuk menampilkan data ketinggian dan berat sampah.

F. Bot Pesan

Bot pesan atau chatbot adalah suatu program buatan yang mengandalkan kecerdasan buatan atau AI (Artificial Intelligence) untuk meniru percakapan atau obrolan dengan pengguna seperti layaknya manusia melalui berbagai platform seperti aplikasi pesan, situs web, aplikasi seluler, atau bahkan melalui telepon [9]. Adapun layanan API (*Application Programming Interface*) yang digunakan adalah *Call Me Bot API*. *Call Me Bot* adalah layanan eksternal yang gratis dan dapat mengirim pesan ke nomor telepon tertentu menggunakan REST API [10]. Bot pesan pada sistem ini digunakan untuk menampilkan pesan peringatan apabila ketinggian sampah pada bak penampungan sudah lebih dari *setpoint*.

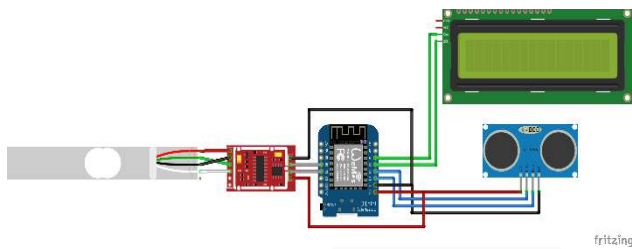
III. PERANCANGAN

A. Flowchart



GAMBAR 1
Flowchat sistem pemantauan sampah

B. Wiring Diagram

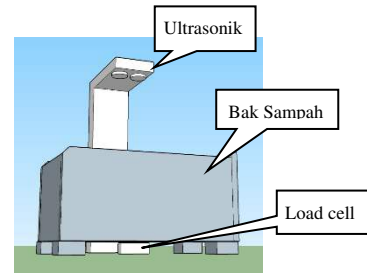


GAMBAR 2
Wiring diagram dari sistem pemantauan sampah

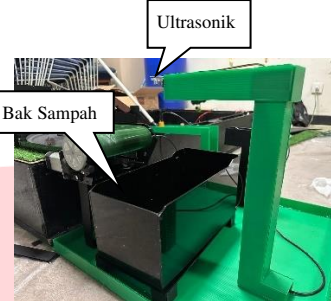
Dalam sistem ini, komponen utama yang digunakan adalah WEMOS D1 Mini yang berperan sebagai otak dari sistem yang menghubungkan antara input dan output sistem. Sensor ultrasonik yang dipakai adalah jenis HC-SR04. Load Cell yang dipakai adalah jenis load cell dengan berat maksimal 5 kg. LCD digunakan berukuran 16x2. Input dari sistem ini adalah ultrasonik terhubung pada pin D3 dan D4, yang akan mendeteksi ketinggian sampah dan load cell terhubung pada pin D5 dan D6, sebagai pendeteksi berat sampah. Output dari sistem adalah data ketinggian dan berat yang ditampilkan pada LCD yang terhubung pada pin D1 dan D2, serta pesan peringatan apabila ketinggian sampah sudah lebih dari *setpoint* yaitu 13 cm.

C. Desain Sistem

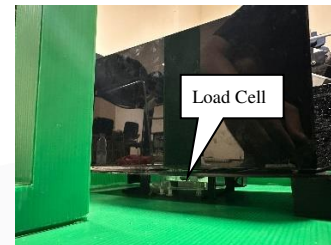
Prototipe bak penampungan sampah dengan skala 1:20 dari yang asli. Ukuran prototipe ini 30 cm x 17 cm x 14 cm (panjang x lebar x tinggi) yang terbuat dari akrilik dengan ketebalan 3 mm.



GAMBAR 3
Rancangan desain 3D bak sampah



GAMBAR 4
Realisasi prototipe bak sampah (letak ultrasonik)

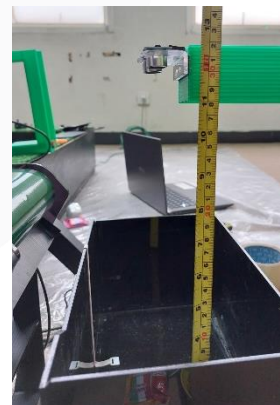


GAMBAR 5
Realisasi prototipe bak sampah (letak load cell)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik diletakkan diatas bak penampungan sampah dengan jarak sebesar 30 cm, seperti pada gambar dibawah ini:



GAMBAR 6
Jarak sensor ke dasar bak sampah

Untuk mendapatkan nilai ketinggian maka jarak permukaan bak dikurangi dengan jarak permukaan sampah yang terdeteksi.

Pengujian sensor ultrasonik yaitu memasukan sampah dengan ketinggian tertentu, lalu perhatikan apakah ketinggian yang ditampilkan pada LCD sudah sesuai dengan ketinggian sebenarnya atau tidak. Berikut hasil pengujian yang telah dilakukan:

TABEL 1

Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian ke -	Tinggi Sampah Secara Real (cm)	Tinggi Sampah yang Terdeteksi (cm)	Akurasi (%)
1	2,4	2	83,3
2	3,5	3	85,7
3	3,5	4	99,85
4	4,6	4	90,9
5	5,6	6	86,95
6	6,9	7	98,5
7	9	9	100
8	10	10	100
9	13	13	100
10	14,5	14	96,5
Rata-rata			94,7

Berdasarkan pada Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik secara keseluruhan kinerja sensor ultrasonik cukup baik, dimana rata-rata nilai akurasi sebesar 94,24%.

B. Pengujian Load Cell

Pengujian load cell yaitu memasukan berat referensi dengan berat tertentu, lalu perhatikan apakah berat yang ditampilkan pada LCD sudah sesuai dengan berat sebenarnya atau tidak. Berikut hasil pengujian yang telah dilakukan:

TABEL 2

Hasil Pengujian Load Cell

Pengujian ke -	Berat Referensi (g)	Berat Pada Load Cell (g)	Akurasi (%)
1	50	51	98
2	100	100	100
3	150	149	99,3
4	200	200	100
5	250	251	99,6
6	300	300	100
7	350	348	99,43
8	500	502	99,6
9	550	552	99,64
10	600	601	99,83
11	650	653	99,54
12	700	703	99,57
13	750	752	99,73
14	800	800	100
15	850	851	99,88
16	1000	1003	99,7
17	1050	1053	99,27
18	1100	1102	99,82
19	1150	1151	99,91
20	1200	1200	100
21	1300	1301	99,92

22	1350	1351	99,93
23	1500	1502	99,87
24	1550	1553	99,81
25	1600	1604	99,75
26	1650	1654	99,76
27	1700	1704	99,77
28	1750	1754	99,77
29	1800	1804	99,78
30	1850	1854	99,78
Rata-rata			99,70

Pada Tabel 2 Hasil Pengujian Load Cell dari 30 percobaan didapatkan bahwa akurasi perhitungan berat pada load cell sebesar 99,70%.

C. Pengujian Bot Pesan

Pengujian bot pesan yaitu dengan memperhatikan apakah pada ketinggian kurang dari 13 cm tidak Itrason pesan peringatan dan pa ketinggian lebih dari 13 cm Itrason pesan yang terkirim. Waktu terkirimnya pesan dari Itrasonic mendeteksi ketinggian hingga pesan notifikasi muncul. Waktu yang diharapkan yaitu kurang dari 15 detik, apabila pengiriman pesan melebihi waktu 15 detik maka terdapat delay dalam proses pengiriman. Berikut hasil pengujian bot pesan :

TABEL 3

Hasil Pengujian Bot Pesan

Pengujian ke -	Ketinggian Sampah (cm)	Pesan Peringatan Terkirim	Waktu Pengiriman Pesan
1	4	Tidak	-
2	5	Tidak	-
3	6	Tidak	-
4	9	Tidak	-
5	10	Tidak	-
6	13	Ya	14,20
7	14	Ya	7,9
8	15	Ya	12,2
9	15	Ya	4,4
10	15	Ya	4
11	15	Ya	6,9
12	15	Ya	6,4
13	15	Ya	4,1
14	15	Ya	17,6
15	15	Ya	25
16	15	Ya	6,3
17	15	Ya	24,4
18	15	Ya	5,8
19	15	Ya	7,9
20	15	Ya	9,2
Rata-rata		10,42	0,8

Berdasarkan Tabel 3 Hasil Pengujian Bot Pesan pengiriman pesan peringatan sudah sesuai apabila ketinggian sampah kurang dari *setpoint* yaitu 13 cm maka pesan peringatan tidak akan terkirim, sedangkan apabila ketinggian sampah lebih dari sama dengan 13 cm maka pesan peringatan terkirim. Pesan notifikasi berhasil terkirim dengan waktu pengiriman yang cukup bervariasi. Dari ke 20 percobaan, terdapat 5 percobaan dengan ketinggian sampah kurang dari 13 cm dan 15 percobaan dengan ketinggian sampah lebih dari 13 cm. Dari ke 15 percobaan dengan ketinggian sampah lebih dari 13 cm, terdapat dua percobaan dimana waktu pengiriman lebih dari 15 detik, dimana masing-masing delay yaitu sebesar 2,6 detik dan 9,4 detik. Adanya delay ini dipengaruhi dengan kecepatan jaringan hotspot wifi yang digunakan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan prototipe sistem pemantauan sampah ini keseluruhan sistem dapat bekerja dengan cukup baik. Sistem pemantauan dapat memantau nilai ketinggian sampah dan berat sampah dengan nilai yang sesuai antara nilai secara real dan pada LCD. Hasil sistem monitoring pun dapat ditampilkan dengan jelas pada aplikasi LCD. Pesan peringatan dapat mengirimkan pesan apabila ketinggian sudah mencapai *setpoint*, dan pesan peringatan tidak akan terkirim apabila ketinggian belum mencapai *setpoint*. Terdapat delay pada waktu pengiriman pesan hal ini dikarenakan jaringan internet yang kurang stabil dan fitur bot WhatsApp yang mengharuskan pengiriman bot pesan melalui pihak ketiga terlebih dahulu. Prototype perangkat dan pengangkat sampah di daerah aliran sungai yang dilengkapi sistem pemantauan sampah pada bak sampah dapat mempermudah dalam proses pemantauan dan pengangkutan sampah oleh *user*. Dengan kemampuan sistem untuk mendeteksi ketinggian, berat sampah dan pengiriman pesan peringatan dinilai dapat mempermudah dalam proses transportasi sampah menuju TPA.

REFERENSI

- [1] E. Supriyadi, "Menurut World Bank: Citarum Merupakan Sungai Terkotor di Dunia," *IDN Times*, 18 Maret 2018. <https://www.idntimes.com/science/discovery/eka-supriyadi/menurut-world-bank-citarum-merupakan-sungai-terkotor-di-dunia-c1c2> (diakses 1 Juli 2023).
- [2] K. A. Wibowo, "Memaknai Semangat Pancasila dalam Pemulihan Citarum," *Mongabay.co.id*, 28

Agustus 2020. <https://www.mongabay.co.id/2020/08/28/memaknai-semangat-pancasila-dalam-pemulihan-citarum/> (diakses 1 Juli 2023).

- [3] H. Mukhtar, D. Perdana, P. Sukarno, dan A. Mulyana, "Sistem Pemantauan Kapasitas sampah berbasis IOT (sikasit) untuk pencegahan banjir di Wilayah Sungai Citarum Bojongsoang kabupaten bandung," *Jurnal Teknologi Lingkungan*, vol. 21, no. 1, hlm. 56–67, Jan 2020, doi: <https://doi.org/10.29122/jtl.v21i1.3622>.
- [4] A. Saraswati, "Sampah Sungai Citarum Langkah Awal GFDP Pulihkan Lingkungan," *greeneration.org*, 4 Agustus 2023.
- [5] A. Yulianto, "325 Ton Sampah Sungai Citarum Dikelola Greeneration Foundation," *rejabar.republika.co.id*, 5 Maret 2023.
- [6] J. Ronaldo *dkk.*, "PEMBUATAN ANTARLUKA APLIKASI PENGATUR MASSA BERAS DAN VOLUME AIR UNTUK PENANAK NASI BERBASIS IOT INTERFACE MAKING OF RICE MASS AND WATER VOLUME SETTER APPLICATION FOR IOT-BASED RICE COOKER," Bandung, Agu 2020.
- [7] A. Wibowo dan L. A. Supriyono, "ANALISIS PEMAKAIAN SENSOR LOADCELL DALAM PERHITUNGAN BERAT BENDA PADAT DAN CAIR BERBASIS MICROCONTROLLER," *ANALISIS PEMAKAIAN SENSOR LOADCELL DALAM PERHITUNGAN BERAT BENDA PADAT DAN CAIR BERBASIS MICROCONTROLLER*, vol. 12, no. 1, Mar 2019.
- [8] I. Putu Krisna Bugi Bayuga, I. Sony Sumaryo, dan I. Porman Pangaribuan, "PERANCANGAN SISTEM MONITORING ZONA PARKIR DENGAN SENSOR ULTRASONIK DESIGNING PARKING ZONE MONITORING SYSTEM WITH ULTRASONIC SENSOR," Bandung, 2018.
- [9] S. D. Andryanto, "Apa itu Chatbot? Begini Cara Kerja Asisten Digital ini," *tempo.co*, 27 Juli 2023.
- [10] Ed, "Send PERSONAL WHATSAPP Messages in HOME ASSISTANT Now!," *smarthomejunkie.net*, 4 Desember 2022.