

Electric Bicycle Battery Charging System Design Using Solar Panel [Rancang Bangun Sistem Pengisian Baterai Sepeda Listrik Menggunakan Panel Surya]

Mochamad Rendi Pratama ^{1*}, Jamaaluddin ²⁾.

Department of Electrical Engineering, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Department of Electrical Engineering, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: jamaaluddin@umsida.ac.id

Abstract. *This solar-powered electric bicycle charging system design and development uses solar panels as a renewable energy source to charge the battery, which drives the electric motor. The system consists of four main components: solar panel, solar charge controller, battery, and electric motor. The solar panels are connected in parallel to generate 36V, which is then stored in the battery. The system is designed to optimize energy harvesting and reduce dependence on fossil fuels. Testing was conducted with research stages, including system design, hardware implementation, and testing. The results show that the system can charge the battery efficiently, with a charging time of 3 hours. The system was also tested under different conditions, including morning, afternoon, and night, to evaluate its performance. It can be concluded that the solar-powered electric bicycle charging system is a viable alternative to traditional fossil fuel-based systems. The system is environmentally friendly, reduces energy dependence, and provides a sustainable solution for transportation. The results of this research can be used to develop a more efficient and sustainable transportation system.*

Keywords - Solar Panel, Renewable Energy, Electric Motor, Solar Charge Controller, Battery

Abstrak. *Desain dan pengembangan sistem pengisian daya sepeda listrik bertenaga surya ini menggunakan panel surya sebagai sumber energi terbarukan untuk mengisi daya baterai, yang menggerakkan motor listrik. Sistem ini terdiri dari empat komponen utama: panel surya, pengontrol pengisian daya surya, baterai, dan motor listrik. Panel surya dihubungkan secara paralel untuk menghasilkan 36V, yang kemudian disimpan dalam baterai. Sistem ini dirancang untuk mengoptimalkan pemanenan energi dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Pengujian dilakukan dengan tahapan penelitian, termasuk desain sistem, implementasi perangkat keras, dan pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat mengisi baterai secara efisien, dengan waktu pengisian 3 jam. Sistem ini juga diuji dalam kondisi yang berbeda, termasuk pagi, siang, dan malam hari, untuk mengevaluasi kinerjanya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem pengisian daya sepeda listrik bertenaga surya merupakan alternatif yang layak untuk sistem berbasis bahan bakar fosil tradisional. Sistem ini ramah lingkungan, mengurangi ketergantungan energi, dan memberikan solusi yang berkelanjutan untuk transportasi. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mengembangkan sistem transportasi yang lebih efisien dan berkelanjutan.*

Kata Kunci - Panel Surya, Energi Terbarukan, Motor Listrik, Solar Charge Controller, Baterai

I. Pendahuluan

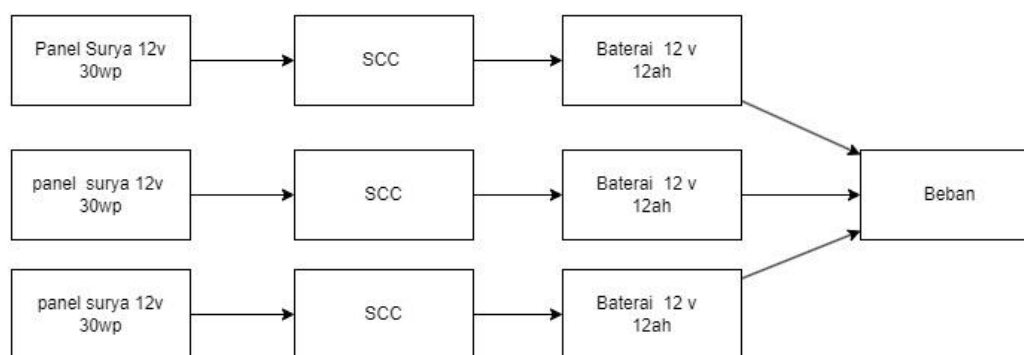
BBM memiliki peran yang penting dalam menunjang aktivitas masyarakat [1]. Namun pemakaian BBM masih dianggap tidak hemat energi, dikarenakan bahan yang dipakai merupakan bahan bakar fosil yang dinamakan hari semakin langka [2]. Oleh sebab itu, energi merupakan masalah terbesar yang sedang dihadapi oleh negara-negara diseluruh dunia termasuk Indonesia [3]. Indonesia saat ini sedang menghadapi krisis energi yang sangat memprihatinkan [4]. Seiring berjalannya waktu, ketersediaan bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia semakin menipis, sehingga pemerintah harus mengimpor bahan bakar minyak dari negara lain [5]. Hal ini dikarenakan sebagian besar kendaraan masih menggunakan bahan bakar minyak bumi [6]. Energi terbarukan sangat dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan listrik yang semakin meningkat [7]. Di antara berbagai sumber energi terbarukan yang tersedia, matahari adalah salah satu pilihan yang tepat untuk mengurangi krisis energi [8]. Sumber energi matahari tidak terbatas dan dapat digunakan sebagai energi alternatif untuk menghasilkan listrik [9]. Pembangkit Listrik tenaga sel surya adalah pilihan yang tepat yang dapat diterapkan di berbagai tempat [10]. Dalam memanfaatkan energi matahari adalah dengan menggunakan sel surya, atau bisa disebut PLTS [11] merupakan salah satu sarana untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan listrik yang sangat ramah lingkungan [12], karena memanfaatkan sinar matahari [13].

Saat ini, PLTS sudah banyak dikembangkan di banyak tempat di Indonesia [14]. Salah satu pemanfaatannya adalah sebagai penyuplai energi pada alat transportasi ramah lingkungan seperti sepeda listrik [15]. Sepeda listrik sangat cocok untuk digunakan di Indonesia [16]. Hal ini dikarenakan Indonesia yang beriklim tropis, sepeda listrik sangat cocok digunakan oleh pengguna yang tinggal di kota dan sepeda listrik tidak menghasilkan gas buang yang merugikan lingkungan [17]. Dalam tugas akhir ini, energi matahari dimanfaatkan sebagai energi alternatif pada motor listrik. Energi matahari akan diubah menjadi energi listrik menggunakan sel surya yang akan dikontrol oleh solar charger controller (SCC) untuk selanjutnya disimpan dalam baterai. Energi dari baterai akan digunakan untuk menggerakkan motor listrik [18].

II. Metode

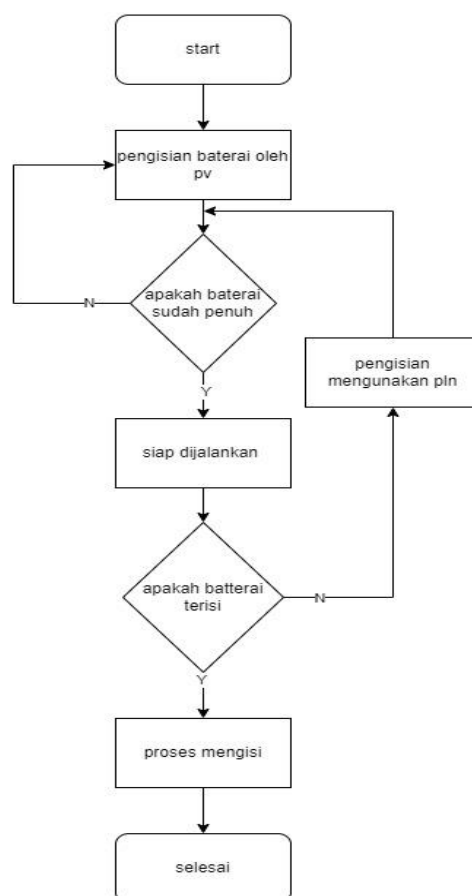
2.1 Tahapan Penelitian

Untuk memudahkan desain alat dan fabrikasi, dibuatlah blok diagram dari seluruh sistem secara keseluruhan ditunjukkan pada gambar. Proses blok diagram ini terdiri dari input, proses, dan juga output.



Perancangan blok diagram terdiri dari 4 bagian yaitu: Panel surya sebagai sumber daya Listrik yang disusun secara paralel dimana bagian perkeping panel tersebut akan di pasang dengan SCC kemudiann akan diberi mcu dc dan diode yang digunakan sebagai pengaman lalu menuju ke baterai, rangkaian tersebut akan dilakukan perikitan sebanyak 3 buah yang dimana akan di rangkai secara seri untuk menghasilkan tengangan 36V, juga akan dicabang untuk pengecasan menggunakan listrik pln. Beban yang digunakan sepeda listrik yang berdaya 36V 350 watt.

2.2 Alur Diagram Perangkat Lunak



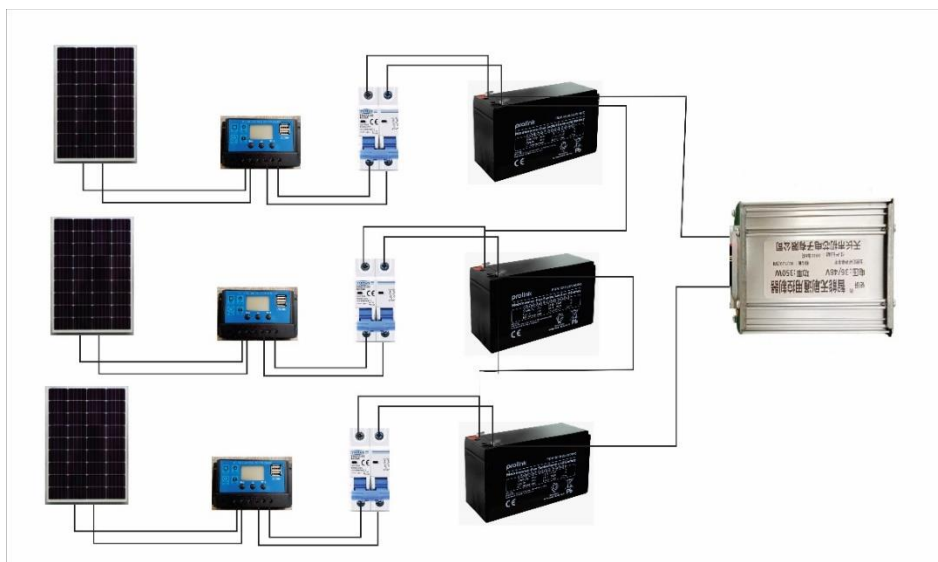
Pada perancangan perangkat lunak, dapat dilihat alur proses pada system pada gambar 2 mengenai rancangan dan Langkah-langkah program untuk mendeteksi system kerja pada rancang bangun system penelitian ini.

Pada keseluruhan rangkaian diatas dimulai dari kondisi awal, dimana semua system dalam kondisi yang sudah terpasang Pada alur ini dimulai dari proses start kemudian melakukan pengisian baterai oleh PV, disaat baterai sudah penuh maka system akan mendeteksi dan berjalan. Akan tetapi jika baterai belum terisi penu maka akan dilakukan pengisian baterai oleh PV hingga baterai tersebut penuh atau system tidak akan bekerja. Lalu akan ada system yang mendeteksi bahwa baerai akan terisi penuh atau tidak. Jika baterai tidak terisi penuh dan system berjalan akan dilakukan pengisian ulang menggunakan pin pada baterai. Sehingga proses akan dikatakan selesai jikalau baterai terisi penuh sesuai dengan proses yang sudah dirancang.

III. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras, system ini terdiri dari rangkaian panel surya 12V 30wp x 3 yang terhubung pada inverter dimana inverter untuk mengubah tegangan yang ada pada panel surya kemudian hasil dari solar cell tersebut akan disimpan pada baterai. Lalu kan diteruskan ke SCC (Solar Charge Controller) untuk mengoptimalkan pengisian pada baterai.



Pada gambar tersebut menunjukkan bagian-bagian yang dipasang secara berpisah untuk dapat melakukan pengisian optimal baterai tersebut. Kemudian dari bagian-bagian tersebut akan dipasang secara seri untuk mendapatkan tegangan 36V.

3.2 Implementasi Dan Pengujian Sistem

Dalam proses implementasi penempatan perangkat keras panel surya dan komponen lainnya pada kendaraan bermotor, tata letak ini dimaksudkan agar dapat memperoleh posisi yang optimal saat menyerap sinar matahari dan menghasilkan daya yang optimal sesuai dengan system rancang yang ditentukan.



Pada gambar terlihat posisi panel surya berada diatas pengemudi dan menghadap keatas untuk mendapatkan sinar matahari secara optimal untuk sumber daya listrik yang digunakan untuk menggerakkan motor. Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan perangkat yang diimplementasikan pada kondisi cahaya pagi, siang dan sore hari.



Pada gambar posisi baterai dan komponen lainnya berada dibawah panel surya untuk memudahkan pengujian pada pengisian daya baterai. Dan juga untuk memudahkan focus pengemudi dalam berkendara. Diporelah hasil pengujian pada pengisian baterai saat kosong dengan PLN.

Tabel 1 Pengujian Pengisian Pada Saat Baterai Kondisi Kosong Dengan Sumber PLN

Waktu Yang Dibutuhkan Pengisian Baterai	Kondisi Baterai		Kondisi Baterai
	Volt	Amper	
3jam	34	0.10	Habis
	37	1.60	Penuh

Berdasarkan pengujian hasil pada Tabel 1 pengujian saat baterai kosong dengan voltase dari sumber PLN, diperoleh data dalam waktu yang dibutuhkan pengisian baterai yakni 3 jam dengan kondisi voltase baterai 34V dan arus 0.10A menghasilkan kondisi baterai habis. Kemudian pada kondisi baterai dengan voltase 37V dan arus 1.60A menghasilkan kondisi baterai penuh.

3.3 Diskusi

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 3 baterai untuk mendapatkan tegangan yang dapat menggerakkan motor listrik dengan pemanfaatan sinar matahari. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan pada proses pengisian baterai yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Pengujian Pengisian Baterai, Tegangan Dan Arus Panel Surya. Dengan PV

NO	Waktu Pengujian	Panel Surya					
		Baterai 1		Baterai 2		Baterai 3	
		V	A	V	A	V	A
1	10.00	12.00	0.10	12.10	0.11	12.12	0.13
2	10.20	12.20	0.12	12.25	0.13	12.20	0.13
3	10.40	12.50	0.30	12.52	0.31	12.55	0.35
4	11.00	12.70	0.50	12.75	0.55	12.73	0.53
5	11.20	13.00	0.58	13.05	0.58	13.08	0.58
6	11.40	13.15	0.60	13.16	0.61	13.18	0.65
7	12.00	13.30	0.65	13.29	0.62	13.30	0.65
8	12.20	13.40	0.70	13.44	0.70	13.42	0.70
9	12.40	13.55	0.70	13.55	0.70	13.55	0.70
10	13.00	14.00	0.80	14.05	0.80	14.03	0.80
11	13.20	14.10	0.80	14.11	0.80	14.11	0.80
12	13.40	14.25	0.80	14.23	0.80	14.24	0.80
13	14.00	14.00	0.60	13.98	0.57	13.90	0.55

Table 2 menunjukkan data pengujian, dimana dilakukan pengujian pada waktu per 20 menit untuk mengoptimalkan hasil uji tegangan dan ampere pada setiap baterai. Dilakukan 13 kali uji untuk mendapatkan nilai tegangan dan arus yang akurat. Pada pengujian ini telah menghasilkan rata-rata tegangan pada setiap baterai yakni 13,24V serta arus 0,55A. sehingga data pengujian ini dinyatakan stabil sesuai dengan nilai data yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 3 Lama Pemakaian Pada Saat Baterai Penuh

No	Waktu	Jarak yang ditempuh (km)	Kecepatan	Kondisi baterai
1	3 jam 30 menit	26 km	29 km/jam	Penuh
2	3 jam 16 menit	25 km	30 km/jam	Penuh

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian pada baterai yang digunakan untuk berkendara dan mengetahui jarak yang ditempuh saat baterai dalam kondisi penuh. Dari data yang dihasilkan dapat dilihat bahwasannya kendaraan dapat digunakan hingga jarak 26 km dengan rata-rata kecepatan 29 km/jam dan waktu pemakaian bertahan hingga 3 jam 30 menit dalam kondisi baterai penuh serta tegangan dan arus stabil.

Tabel 4 Lama Waktu Pemakaian Pada Saat PV Dipasang Dengan Keadaan Baterai Penuh

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

No	Waktu	Jarak yang ditempuh (km)	Kecepatan	Kondisi baterai
1	4 jam 20 menit	35 km	30 km/jam	Penuh
2	4jam 12 menit	32 km	33 km/jam	Penuh

Table 4 menunjukkan hasil pengujian pemakaian kendaraan pada saat PV terpasang serta keadaan baterai terisi penuh. Dari table tersebut dapat diketahui bahwasannya baterai akan bertahan hingga 4 jam 20 menit dengan penggunaan kendaraan pada jarak 35 km serta rata-rata kecepatan 30 km/jam. Pada pengujian ini kondisi baterai penuh.

IV. Simpulan

Sistem ini dirancang untuk mengurangi krisis energi dan menghasilkan energi alternatif yang ramah lingkungan. Dalam sistem ini, energi matahari diubah menjadi energi listrik menggunakan sel surya, kemudian disimpan dalam baterai dan digunakan untuk menggerakkan motor listrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat menghasilkan tegangan 36V dan arus 0,55A, serta dapat digunakan untuk berkendara hingga jarak 26 km dengan rata-rata kecepatan 29 km/jam dan waktu pemakaian bertahan hingga 3 jam 30 menit dalam kondisi baterai penuh. Selain itu, sistem ini juga dapat digunakan untuk mengisi baterai dalam waktu 3 jam dengan kondisi voltase baterai 34V dan arus 0,10A. Dengan demikian, sistem pengisian baterai sepeda listrik menggunakan panel surya ini dapat menjadi salah satu solusi untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan menghasilkan energi alternatif yang ramah lingkungan.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada pihak yang berperan dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini saya mengucapkan terimakasih atas dukungan keluarga saya beserta para dosen umsida yang telah membantu saya atas kritik dan sarannya.

REFERENSI

- [1] I. Sulistiyowati, S. Soediby, M. Ashari, A. L. Setya Budi, and D. R. Anggara Fitrah, "Fuel Cell Penetration Characteristics on Standalone Photovoltaic with Hybrid Energy Storage System," in *2022 11th Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS)*, 2022, pp. 40–44. doi: 10.1109/EECCIS54468.2022.9902894.
- [2] A. Mubarak 'aafi, J. Jamaaluddin, I. Anshory, and U. M. Sidoarjo, "SNESTIK Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika Implementasi Sensor Pzem-017 Untuk Monitoring Arus, Tegangan dan Daya Pada Instalasi Panel Surya dengan Sistem Data Logger Menggunakan Google Spreadsheet dan Smartphone," p. 191, doi: 10.31284/p.snestik.2022.2718.
- [3] A. Setyawan and A. Ulinuha, "PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA OFF GRID UNTUK SUPPLY CHARGE STATION," *Transmisi*, vol. 24, no. 1, pp. 23–28, Feb. 2022, doi: 10.14710/transmisi.24.1.23-28.
- [4] B. Nainggolan, F. Inaswara, G. Pratiwi, and H. Ramadhan, "RANCANG BANGUN SEPEDA LISTRIK MENGGUNAKAN PANEL SURYA SEBAGAI PENGISI BATERAI."
- [5] E. Prayogi, E. Prasetyo, and D. A. Riski, "Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Sumber Energi Sepeda Listrik".
- [6] M. Firman *et al.*, "RANCANG BANGUN SEPEDA LISTRIK DENGAN TENAGA SURYA SEBAGAI KENDARAAN ALTERNATIF DAN RAMAH LINGKUNGAN UNTUK MASYARAKAT," 2016.
- [7] E. Prayogi, E. Prasetyo, and D. A. Riski, "Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Sumber Energi Sepeda Listrik".
- [8] J. E. Elektro *et al.*, "Implementasi Solar Charge Controller Untuk Pengisian Baterai Dengan Menggunakan Sumber Energi Hybrid Pada Sepeda Motor Listrik." [Online]. Available: <https://journal.uny.ac.id/index.php/jee>
- [9] A. Mustofa, B. Praharsena, and M. R. Mahendra, "SMART CHARGING SYSTEM MENGGUNAKAN RFID PADA STASIUN PENGISIAN SEPEDA LISTRIK," *Jurnal Techno Bahari*, vol. 8, no. 1, pp. 7–

- 12, 2021.
- [10] J. Teknik Elektro, M. B. Arif Mohamadarifbaihaqiy, U. Jember, U. Jember Bambang Sri Kaloko, U. Jember Moch Gozali, and U. Jember Bambang Sujanarko, "Rancang Bangun Sepic Converter Untuk Panel Surya Dengan MPPT Incremental Conductance Sebagai Pengisian Baterai Sepeda Listrik."
- [11] A. Viantika and J. Simamora, "PERANCANGAN CHARGING BATERAI PADA SEPEDA LISTRIK FAKULTAS TEKNIK MENGGUNAKAN TENAGA SURYA," *Sigma Teknika*, vol. 5, no. 1, pp. 80–088.
- [12] A. Asrori, F. A. Jatmiko, M. N. Hidayat, and D. Perdana, "Pengaruh Panel Surya Bentuk Flat dan Flexy Terhadap Daya Pengisian Baterai Sepeda Listrik," *Jurnal Rekayasa Hijau*, vol. 7, no. 1, pp. 90–100, Jul. 2023, doi: 10.26760/jrh.v7i1.90-100.
- [13] "PENGEMBANGAN SEPEDA LISTRIK DENGAN ENERGI SURYA SEBAGAI SARANA TRANSPORTASI AREA PERKOTAAN."
- [14] A. Feriansah, M. Ubaidillah, and R. Ahmad, "PERANCANGAN SEPEDA LISTRIK JENIS ANGKUT BARANG DENGAN MENGGUNAKAN TENAGA SURYA Studi Kasus : Prototype Konversi Energi Surya di CV. Dua Putra Pekalongan." [Online]. Available: https://jurnal.umpp.ac.id/index.php/cahaya_bagaskara/index
- [15] K. A. Prasetyo, N. Yuniarti, and E. Prianto, "PENGEMBANGAN ALAT CONTROL CHARGING PANEL SURYA MENGGUNAKAN ADUINO NANO UNTUK SEPEDA LISTRIK NIAGA." [Online]. Available: <http://journal.uny.ac.id/index.php/jee/>
- [16] M. Jufri Dullah and D. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, *PERANCANGAN PENGISIAN BATERAI SEPEDA LISTRIK MOTOR BLDC MENGGUNAKAN PANEL SURYA*.
- [17] "PENGEMBANGAN SEPEDA LISTRIK DENGAN ENERGI SURYA SEBAGAI SARANA TRANSPORTASI AREA PERKOTAAN."
- [18] A. Viantika and J. Simamora, "PERANCANGAN CHARGING BATERAI PADA SEPEDA LISTRIK FAKULTAS TEKNIK MENGGUNAKAN TENAGA SURYA," *Sigma Teknika*, vol. 5, no. 1, pp. 80–088.

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.