

RANCANG BANGUN SISTEM MANAJEMEN DAN PROTEKSI PADA BATERAI 48 VOLT 12 AH

DESIGN OF MANAGEMENT SYSTEM AND PROTECTION SYSTEM ON 48 VOLT 12 A BATTERY

Hadi Gunawan^{*1}, Eme Aginta Br Sembiring², Naufal Ihsan³

¹Program Studi Teknik Listrik, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

^{2,3}Program Studi Teknologi Rekayasa Instalasi Listrik, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

Email: hadigunawan@students.polmed.ac.id

Abstract

Batteries, particularly lithium-ion, are a key component in energy storage due to their high energy density, long lifespan, and fast rechargability. fast recharge capability. In addition to their efficiency, we must pay attention to factors factors that can affect the life and service life of the battery. For this reason, the author will create a battery management and protection system in order to extend the life of the battery itself. the service life itself. In order to support this tool, a monitoring monitoring system that will be made based on IOT. Protection that will be made is over voltage protection, low voltage protection, over current protection, and over charge protection. also over charge protection. Protection will be made by looking at the parameters displayed by ESP32. ESP32 will use PZEM-017 sensor and shunt resistor as voltage and current sensors. as voltage and current sensors. In this case, the battery in question will have a voltage of 48 Volts and is intended for electric bicycle batteries.

Keyword: Protection, Monitoring, Battery, Internet of Things

Abstrak

Baterai, khususnya lithium-ion, adalah komponen kunci dalam penyimpanan energi listrik karena kepadatan energinya yang tinggi, umur panjang, dan kemampuan pengisian ulang yang cepat. Selain efesiansinya, kita harus memperhatikan faktor faktor yang dapat mempengaruhi umur dan masa pakai baterai. Untuk itu Penulis akan membuat sistem manajemen dan protection baterai agar dapat memperpanjang masa pakai itu sendiri. Agar dapat mendukung alat ini, diperlukan juga sistem monitoring yang akan dibuat berbasis IOT. Protection yang akan dibuat adalah berupa over voltage protection, low voltage protection, over current protection, dan juga over charge protection. Proteksi akan dibuat dengan melihat parameter yang ditampilkan oleh ESP32. ESP32 akan menggunakan sensor PZEM-017 dan resistor shunt sebagai sensor tegangan dan juga arus. Dalam hal ini, baterai yang dimaksud akan bertegangan 48 Volt dan bertujuan untuk baterai sepeda listrik.

Kata kunci : Proteksi, Monitoring, Baterai, Internet of Things

I. PENDAHULUAN

Energi listrik adalah salah satu bentuk energi yang dapat dengan mudah dikonversi dari sumber energi lain dan digunakan untuk berbagai keperluan. Keunggulan utama dari energi listrik adalah kemampuannya untuk disimpan dalam bentuk baterai, memungkinkan penggunaan yang fleksibel dan efisien. Penyimpanan energi listrik dalam baterai memungkinkan penggunaan perangkat elektronik portabel serta kendaraan listrik, yang menawarkan alternatif ramah lingkungan dibandingkan kendaraan berbahan bakar fosil (Fernandus, 2020).

Baterai merupakan komponen kunci dalam penyimpanan energi listrik. Baterai bekerja dengan menyimpan energi dalam bentuk kimia dan mengubahnya kembali menjadi energi listrik saat dibutuhkan. Ada berbagai jenis baterai yang tersedia, lithium-ion adalah salah satunya. Di kutip dari jurnal (Puteri, 2019) Baterai lithiumion, khususnya, telah menjadi pilihan utama untuk banyak aplikasi karena kepadatan energinya yang tinggi, umur panjang, dan kemampuan pengisian ulang yang cepat. Oleh karena itu penggunaan baterai ini juga digunakan pada penggunaan sepeda listrik. Pada sepeda listrik, baterai memegang peran vital sebagai sumber tenaga utama. Sepeda listrik menggunakan baterai untuk menggerakkan motor listrik yang membantu pengendara dalam perjalanan. Proses pengisian ulang daya baterai dapat dilakukan di rumah atau di stasiun pengisian khusus. Pemilihan dan pengelolaan sistem pengisian yang tepat sangat penting untuk memastikan kinerja optimal, umur panjang, dan keamanan baterai. Oleh karena itu, penulis mengusulkan pembuatan sistem pengisian baterai 48 Volt yang dilengkapi dengan protection berbasis ESP32. Diharapkan dengan adanya alat ini, penggunaan sepeda listrik sebagai alat transportasi alternatif dapat meningkat dan efisiensi baterai sepeda listrik dapat ditingkatkan. Selain itu, alat ini juga diharapkan dapat mendukung perekonomian masyarakat dengan mengurangi biaya operasional jangka panjang melalui perpanjangan masa pakai baterai

Berdasarkan uraian masalah dari latar belakang diatas, maka dalam penelitian ini dapat dirumuskan masalah, antara lain :

- 1) Gangguan apa saja yang dapat terjadi pada pengecasan sehingga dapat mengurangi masa pakai dari baterai?
- 2) Bagaimana membuat sistem protection dan relai berkerja berdasarkan parameter parameter yang ditampilkan oleh monitor?
- 3) Bagaimana mencegah overcharging dan overdischarging yang dapat merusak baterai?

Tujuan dari pembuatan penelitian ini adalah :

- 1) Mengidentifikasi berbagai gangguan yang dapat terjadi selama proses pengecasan yang dapat mengurangi masa pakai baterai
- 2) Untuk membuat sistem protection dan relai berkerja berdasarkan parameter parameter yang ditampilkan oleh monitor
- 3) untuk mencegah overcharging dan overdischarging yang dapat merusak baterai, serta memperpanjang masa pakai baterai.

II. LANDASAN TEORI

Penggunaan kendaraan listrik telah menjadi fokus utama dalam upaya mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil serta menanggulangi masalah polusi udara. Kendaraan listrik, yang memanfaatkan energi listrik sebagai sumber tenaga, menawarkan alternatif ramah lingkungan dan efisien. Dalam konteks ini, baterai berperan sebagai komponen vital dalam penyimpanan energi, yang memungkinkan konversi energi dari sumber lain menjadi bentuk energi kimia yang dapat digunakan saat dibutuhkan. Dengan perkembangan teknologi, baterai lithium-ion telah muncul sebagai pilihan utama berkat kepadatan energinya yang tinggi, umur panjang, dan kemampuan pengisian ulang yang cepat.

Baterai lithium-ion, khususnya, telah diadopsi secara luas dalam berbagai aplikasi, termasuk sepeda listrik. Sepeda listrik memerlukan daya yang stabil dan efisien untuk menggerakkan motor listrik. Proses pengisian daya baterai dapat dilakukan di rumah atau di stasiun pengisian khusus, dan pemilihan serta pengelolaan sistem pengisian yang tepat sangat penting untuk memastikan kinerja optimal dan keamanan. Dengan adanya sistem manajemen baterai yang baik, diharapkan umur dan performa baterai dapat diperpanjang, sehingga mendukung keberlanjutan penggunaan sepeda listrik sebagai alat transportasi alternatif.



Gambar 1. Baterai Aki Lithium-ion

Sistem pengisian baterai harus dilengkapi dengan proteksi yang memadai untuk mencegah kerusakan akibat gangguan seperti overcharging dan overdischarging. Proteksi ini penting karena dapat melindungi baterai dari kondisi ekstrem yang dapat menyebabkan penurunan umur pakai. Dalam konteks ini, penggunaan perangkat seperti ESP32 memberikan solusi modern yang memungkinkan pemantauan parameter penting seperti tegangan, arus, dan kapasitas baterai secara real-time. Dengan sistem ini, pengguna dapat mengetahui status baterai mereka dan mengambil tindakan preventif jika parameter berada di luar batas yang aman.

Sistem pengisian baterai 48 volt yang diusulkan dalam penelitian ini menggabungkan sumber energi dari PLN dan panel surya (PLTS) untuk meningkatkan efisiensi. Penggunaan panel surya tidak hanya mengurangi biaya operasional tetapi juga mendukung penggunaan energi terbarukan. Adanya sumber energi alternatif seperti PLTS memungkinkan sistem untuk beroperasi secara berkelanjutan, terutama di daerah yang memiliki akses terbatas ke jaringan listrik. Dalam sistem ini, Automatic Transfer Switch (ATS) berperan untuk mengalihkan sumber daya antara PLN dan PLTS sesuai dengan ketersediaan energi.



Gambar 2. Panel Surya

Pengelolaan sistem pengisian baterai juga harus memperhatikan berbagai parameter yang dapat mempengaruhi kesehatan baterai. Misalnya, batasan tegangan dan arus harus ditetapkan untuk menjaga agar baterai tidak mengalami kerusakan. Baterai umumnya memiliki batas bawah dan atas yang harus dipatuhi, sehingga penting untuk memiliki sistem pemantauan yang efektif. Dengan demikian, proteksi arus lebih, tegangan lebih, dan batas pengisian dapat diimplementasikan untuk menjaga integritas dan daya tahan baterai.

Pentingnya sistem monitoring dalam pengisian baterai juga tidak bisa diabaikan. Monitoring yang tepat dapat memberikan informasi tentang status pengisian, suhu, dan kondisi baterai secara menyeluruh. Dengan menggunakan sensor seperti PZEM-017 dan resistor shunt, data yang akurat tentang arus dan tegangan dapat diperoleh. Hal ini memungkinkan pengguna untuk melakukan penyesuaian yang

diperlukan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut pada baterai dan memastikan bahwa sistem berfungsi dengan baik.

Kesadaran akan manfaat menggunakan kendaraan listrik dan peran penting dari sistem pengisian baterai yang efisien mendorong penelitian ini. Dalam upaya untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi dampak lingkungan, penting untuk mengembangkan sistem yang tidak hanya mempertimbangkan aspek teknis tetapi juga faktor ekonomi dan sosial. Melalui sistem manajemen baterai yang baik, diharapkan penggunaan sepeda listrik sebagai alat transportasi alternatif dapat ditingkatkan, sekaligus memberikan kontribusi positif terhadap pengurangan polusi udara dan ketergantungan pada bahan bakar fosil.

III. METODE PENELITIAN

Adapun metode yang dilakukan penulis dalam pembuatan Penelitian ini, antara lain :

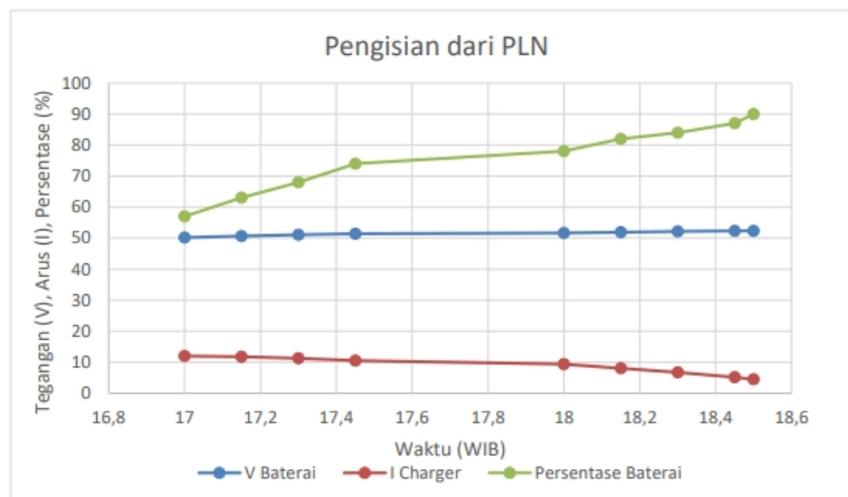
Metode pengumpulan data dalam penelitian ini mencakup pengamatan langsung dan pengukuran parameter-parameter penting seperti tegangan, arus, dan kapasitas baterai. Penulis melakukan pengujian dengan menggunakan alat yang telah dirakit untuk mengamati kinerja sistem dalam berbagai kondisi. Pengumpulan data ini dilakukan secara sistematis untuk memastikan bahwa informasi yang diperoleh valid dan dapat diandalkan. Selain itu, penulis melakukan analisis terhadap data yang dikumpulkan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih dalam tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja baterai.

Setelah sistem dirancang, dapat dilakukan pengujian untuk mengevaluasi kinerja dan efektivitas sistem manajemen dan proteksi. Pengujian dilakukan dengan mengamati bagaimana sistem merespon terhadap berbagai gangguan, seperti over-voltage, under-voltage, dan over-current. Penulis juga melakukan pengujian untuk memastikan bahwa sistem dapat secara otomatis memutuskan aliran listrik ketika batasan tertentu terlampaui. Metode pengujian ini penting untuk mengidentifikasi kelemahan dalam sistem dan melakukan perbaikan yang diperlukan sebelum implementasi akhir.

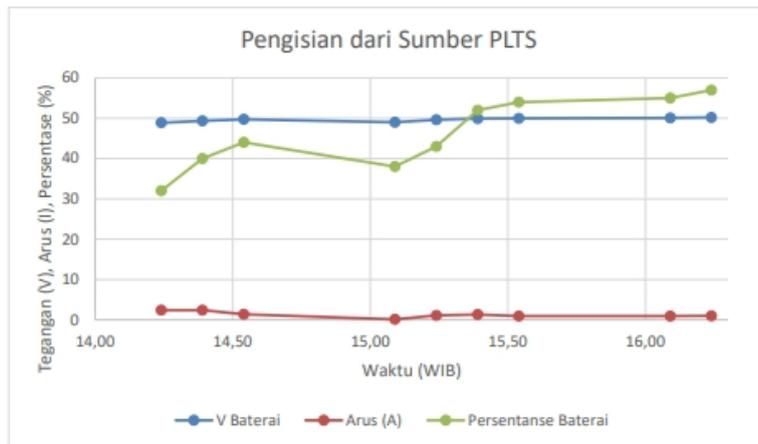
IV. HASIL DAN ANALISIS

1. Hasil Pengujian Pengisian Baterai

Pengujian pertama yang dilakukan adalah pengisian baterai menggunakan sumber PLN dan PLTS. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa proses pengisian dapat berlangsung dengan baik, dengan waktu pengisian yang sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Penulis mencatat bahwa penggunaan sistem otomatis memungkinkan pengalihan sumber daya secara efisien antara PLN dan PLTS, menghasilkan pengisian yang lebih cepat dan hemat biaya. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik dalam menjaga kesehatan baterai selama proses pengisian.



Gambar 3. Kurva hasil pengisian baterai dengan sumber PLN



Gambar 4. Kurva hasil pengisian baterai dengan PLTS

2. Hasil Pengujian Monitoring Baterai

Selanjutnya, pengujian monitoring dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sensor PZEM-017 yang digunakan untuk memantau tegangan dan arus. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor mampu memberikan data yang akurat dan real-time mengenai kondisi baterai. Penulis mencatat bahwa informasi yang diperoleh dari sensor ini sangat penting untuk pengambilan keputusan dalam pengelolaan baterai. Selain itu, integrasi dengan aplikasi berbasis IoT memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi baterai dari jarak jauh, meningkatkan kenyamanan dan keamanan penggunaan.



Gambar 5. Pengujian Monitor Voltase dengan Aplikasi Blynk

3. Hasil Pengujian Sistem dan Manajemen Baterai

Pengujian sistem manajemen dan proteksi menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi gangguan, seperti over-voltage dan under-voltage, serta merespons dengan memutus aliran listrik secara otomatis. Dilaporkan bahwa sistem berhasil melakukan proteksi pada level yang sudah ditentukan, sehingga dapat mencegah kerusakan pada baterai. Data menunjukkan bahwa dengan adanya sistem proteksi ini, umur baterai dapat diperpanjang, dan bahan bakar yang digunakan dapat dihemat, memberikan manfaat ekonomi yang signifikan bagi pengguna.



Gambar 6. Pengujian auto cutoff

```

8  bool isCharging = true;
9  #define RELAY_PIN 13
10 #define BATTERY_CUTOFF_PERCENTAGE 90.0
11
12
13 #define MAX_CURRENT 5.0 // batas arus yan
14 #define MAX_VOLTAGE 53.0 // batas atas te
15 #define MIN_VOLTAGE 46.5// batas bawah teg
16
    
```

Gambar 7. Batas cutoff

Tabel 1. Tabel pengujian cutoff

Persentase cutoff yang disetting	Waktu relay berkerja (Second)
50	0.8
60	0.9
70	1.2
80	1.6
90	2.5

4. Penggunaan Baterai 48 Volt pada Sepeda Listrik

Penggunaan baterai 48 Volt dalam sepeda listrik menjadi fokus utama dalam pembahasan ini. Data menunjukkan bahwa baterai tersebut memiliki kepadatan energi yang tinggi, yang memungkinkannya untuk menyediakan daya yang cukup untuk motor listrik. Dalam pengujian, sepeda listrik yang menggunakan baterai ini mampu mencapai kecepatan maksimum 25 km/jam dengan jarak tempuh mencapai 50 km dalam satu kali pengisian. Penggunaan sistem manajemen yang tepat juga menunjukkan bahwa siklus pengisian dapat dilakukan dalam waktu 4-6 jam, tergantung pada sumber daya yang digunakan. Dengan adanya sistem monitoring yang terintegrasi, pengguna dapat melihat status baterai secara real-time, sehingga keputusan untuk mengisi daya dapat dilakukan dengan lebih efisien. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan baterai 48 Volt pada sepeda listrik tidak hanya meningkatkan performa tetapi juga memberikan kemudahan bagi pengguna dalam pengelolaan energi.

5. Pengujian Waktu Pembebanan Baterai

Analisis waktu pembebanan baterai dilakukan dengan menerapkan beban bervariasi, termasuk lampu LED 12 Watt, yang merupakan bagian dari sistem penerangan sepeda listrik. Data pengujian menunjukkan bahwa dengan beban 12 Watt, baterai 48 Volt dapat terisi penuh dalam waktu sekitar 5 jam ketika menggunakan sumber PLN, sedangkan penggunaan sumber PLTS memerlukan waktu 7-8 jam. Penulis juga mencatat bahwa saat pengisian berlangsung, arus yang masuk ke baterai mencapai 3 Ampere pada awal pengisian, namun menurun menjadi sekitar 1 Ampere saat mendekati kapasitas penuh, menunjukkan karakteristik pengisian yang efisien. Hasil ini menegaskan pentingnya pemilihan sumber daya yang tepat dan perlunya sistem monitoring untuk memastikan proses pengisian berjalan optimal. Dengan memperhatikan waktu pembebanan dan karakteristik pengisian, pengguna dapat merencanakan penggunaan sepeda listrik dengan lebih baik, menghindari pengisian yang berlebihan yang dapat merusak baterai.

6. Analisis Kapasitas Sensor PZEM-017

Analisis terhadap kapasitas sensor PZEM-017 sangat krusial dalam mengukur kinerja sistem manajemen dan proteksi baterai. Data pengujian menunjukkan bahwa sensor ini mampu mengukur arus hingga 100A dan tegangan hingga 300V dengan akurasi $\pm 1\%$. Dalam pengujian, saat baterai diisi dengan arus 10A, sensor PZEM-017 mencatat arus yang masuk dengan akurasi 9.8A, menunjukkan bahwa sensor berfungsi dengan baik. Selain itu, pengukuran tegangan menunjukkan hasil yang stabil pada 48V, dengan fluktuasi minimal saat proses pengisian berlangsung.

Selama pengujian, tercatat bahwa PZEM-017 dapat memberikan data dalam interval waktu yang cepat, yaitu setiap 1 detik, memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi baterai secara real-time. Dengan data yang dihasilkan, sistem dapat memberikan peringatan dini jika terdeteksi adanya kondisi

abnormal, seperti arus lebih dari 15A atau tegangan di bawah 42V, yang dapat merusak baterai.

Selain itu, analisis menunjukkan bahwa sensor ini efektif dalam mendukung sistem monitoring berbasis IoT. Data yang dikumpulkan oleh PZEM-017 dapat diintegrasikan dengan aplikasi mobile, memberikan pengguna akses langsung untuk memantau status baterai dari jarak jauh. Hal ini tidak hanya meningkatkan pengalaman pengguna tetapi juga memberikan rasa aman, karena pengguna dapat mengambil tindakan cepat jika terdeteksi masalah pada baterai.

V. SIMPULAN

Proteksi dalam sistem manajemen baterai terdiri dari dua jenis, yaitu proteksi konvensional dan proteksi terprogram, di mana proteksi terprogram menawarkan keunggulan yang lebih signifikan karena kemampuannya untuk memantau dan melindungi lebih banyak parameter secara real-time. Dengan adanya sistem ini, pengguna dapat mengawasi berbagai aspek kondisi baterai, sehingga meningkatkan efektivitas dalam mendeteksi dan merespons masalah yang mungkin timbul. Selain itu, fungsi auto cut off yang telah diuji secara efektif beroperasi saat persentase baterai mencapai level tertentu, berperan penting dalam mencegah overcharging yang berpotensi mengurangi masa pakai baterai. Di samping itu, gangguan seperti over voltage, over current, dan low current dapat dihindari melalui penerapan sistem proteksi yang menggunakan relay 4 channel yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32 desain ini memungkinkan setiap channel relay diprogram untuk merespons kondisi spesifik yang terdeteksi, memberikan perlindungan yang cangguh dan akurat, serta memastikan bahwa perangkat beroperasi dalam batas aman dan optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Arfianto, D. F., & Asfani, D. A. (2016). Pemantauan, Protection, dan Ekualisasi Baterai Lithium-Ion Tersusun Seri Menggunakan Konverter Buck-Boost dan LC Seri dengan Kontrol Synchronous Phase Shift. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), B122-B127.
- Shaw, J. 2003. Epidemiology and prevention of type 3 diabetes and metabolic syndrome. *Medical Journal of Australia*, 379-383. Diakses 22 Desember 2016, dari University of Queensland Library EReserve
- Wijaya, N. M., Kumara, I. N., & Divayana, Y. (2021). Perkembangan Baterai Dan Charger Untuk Mendukung pemasarakatan sepeda listrik di Indonesia. *Jurnal SPEKTRUM*, 8(1), 15. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2021.v08.i01.p3>
- Makuvara, T. M., Gill, A., Gupta, S., & Chauhan, S. (2023). Protection circuits for Optimal Battery Management of Battery Electric Vehicle Scooters. 2023 3rd Asian Conference on Innovation in Technology (ASIANCON). <https://doi.org/10.1109/asiancon58793.2023.10270028>
- Nainggolan, B., Inaswara, F., Pratiwi, G., & Ramadhan, H. (2017a). Rancang Bangun sepeda Listrik Menggunakan panel Surya Sebagai pengisi baterai. *Jurnal Poli-Teknologi*, 15(3). <https://doi.org/10.32722/pt.v15i3.861>
- Diantari, R.A., Erlina, Widyastuti, C. (2018). STUDI PENYIMPANAN ENERGI PADA BATERAI PLTS: Tim Redaksi Jurnal. *ENERGI & KELISTRIKAN*, 9(2), 120–125. <https://doi.org/10.33322/energi.v9i2.4>
- Soehartono, L. H., Musafa, A., & Sujono, S. (2020). PERANCANGAN SISTEM MANAJEMEN BATERAI PADA MOBIL LISTRIK STUDI KASUS: BATERAI KAPASITAS 46Ah 12V PADA NEO BLITS 2. *MAESTRO*, 3(1), 86-97.
- Farizy, A. F., & Asfani, D. A. (2016). Desain Sistem Monitoring State Of Charge Baterai Pada Charging Station Mobil Listrik Berbasis Fuzzy Logic Dengan Mempertimbangkan Temperature. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), B278-B282.
- Fernandus, R. (2020). Perancangan Sistem Penggerak Pada Mobil Listrik Alogo Dengan Kapasitas Daya 3000 Watt/72 Volt.
- Puteri, C. A. (2019). Penggunaan Grafit dari Daur Ulang Baterai Ion Lithium dengan Perlakuan Panas sebagai Material Anoda Baru (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).