

Analisis Pengaruh Sudut Layar dan Arah Angin terhadap Kecepatan Perahu Sandeq

Dani Haryadi*, Faisal Habib², Kusno Kamil³

¹ Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia.

^{2,3} Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia.

* Penulis Korespondensi.

J-MOVE
JURNAL TEKNIK MESIN



Riwayat Artikel

Diterima: 23 Juli 2026

Selesai Revisi: 15 Agustus 2026

Disetujui: 25 Agustus 2026

Tersedia daring: 17 September 2026

Alamat E-mail

¹ dani.haryadi@gmail.com

² faizal.habib@umi.ac.id

³ kusno.kamil@umi.ac.id

Abstrak

Sandeq merupakan perahu layar tradisional masyarakat Mandar yang memiliki bentuk lambung ramping, cadik sebagai penyeimbang, dan layar sebagai sumber utama gaya dorong. Kinerja pelayaran sangat dipengaruhi oleh interaksi antara arah angin dan pengaturan sudut layar. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh sudut layar dan arah angin terhadap kecepatan perahu Sandeq berdasarkan pengamatan pelayaran di lingkungan laut. Penelitian dilakukan dengan pendekatan eksperimen lapangan dan observasi naturalistik menggunakan perahu Sandeq yang digunakan dalam ekspedisi di sepanjang pesisir Pulau Sulawesi. Data yang diamati meliputi sudut layar, arah serta kecepatan angin, jarak tempuh, dan waktu pelayaran. Kecepatan perahu dihitung dari rasio jarak terhadap waktu, sedangkan hubungan antarvariabel dianalisis secara deskriptif dan menggunakan regresi linier sebagaimana metode pada skripsi sumber. Pengamatan mencakup empat sudut layar, yaitu 40°, 45°, 60°, dan 67°. Hasil ringkasan penelitian menunjukkan kecepatan rata-rata yang dilaporkan masing-masing sebesar 9,5; 5,4; 8,8; dan 9,7 km/jam. Data lapangan juga menunjukkan bahwa perubahan arah angin dan pengaturan sudut layar berkaitan dengan perubahan kecepatan perahu. Temuan ini dapat menjadi dasar untuk dokumentasi teknis pengoperasian Sandeq dan pengembangan penelitian lanjutan yang memasukkan kondisi gelombang, beban perahu, keterampilan nahkoda, serta pengukuran angin dan posisi yang lebih terkontrol.

Kata kunci: perahu Sandeq, sudut layar, arah angin, kecepatan perahu, eksperimen lapangan.

Abstract

Sandeq is a traditional sailing boat of the Mandar community, characterized by a slender hull, outriggers for balance, and a sail as its main source of propulsion. Sailing performance is affected by the interaction between wind direction and sail-angle setting. This study aims to analyze the effect of sail angle and wind direction on Sandeq boat speed based on field observations at sea. The study employed a field-experiment and naturalistic-observation approach using an actual Sandeq boat during an expedition along the coastal waters of Sulawesi. The observed variables included sail angle, wind direction and speed, travel distance, and sailing time. Boat speed was calculated as the ratio of travel distance to travel time, while the relationship among variables was described and analyzed using linear regression as reported in the source thesis. Four sail-angle conditions were observed: 40°, 45°, 60°, and 67°. The reported average boat speeds were 9.5, 5.4, 8.8, and 9.7 km/h, respectively. The field observations indicate that changes in wind direction and sail-angle setting are associated with changes in boat speed. These findings provide a basis for technical documentation of Sandeq operation and for further studies incorporating wave conditions, boat loading, helmsman skill, and more controlled wind and position measurements.

Keywords: Sandeq boat, sail angle, wind direction, boat speed, field experiment.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan kehidupan masyarakat pesisir yang berkembang bersama lingkungan laut. Dalam konteks budaya maritim Sulawesi, perahu Sandeq merupakan salah satu bentuk teknologi tradisional masyarakat Mandar yang memanfaatkan angin sebagai sumber utama penggerak. Sandeq memiliki lambung yang relatif panjang dan sempit serta dilengkapi cadik bambu untuk menjaga keseimbangan. Karakteristik tersebut membuat perahu

dapat berlayar dan bermanuver pada kondisi laut yang beragam. Sandeq juga digunakan dalam aktivitas perikanan, transportasi, dan perlombaan, sehingga aspek kecepatan dan pengendalian menjadi bagian penting dalam pengoperasiannya (Alimuddin, 2009).

Secara teknis, gaya dorong perahu layar tidak hanya ditentukan oleh besar kecepatan angin, tetapi juga oleh arah datang angin terhadap haluan serta posisi layar (Larsson dan Eliasson, 2000). Literatur yang digunakan dalam skripsi menjelaskan beberapa kondisi pelayaran, antara lain close-hauled, close reach, beam reach, dan

broad reach, yang menggambarkan hubungan orientasi perahu dan layar terhadap arah angin (Harvald, 1983). Pada kondisi angin yang datang dari depan, perahu dapat kehilangan gaya dorong dan memerlukan perubahan haluan secara zig-zag (tacking), sedangkan angin dari samping atau belakang dapat menghasilkan komponen gaya yang mendorong perahu ke depan (Hadi dan Kusuma, 2010).

Permasalahan yang menjadi dasar penelitian adalah masih terbatasnya dokumentasi teknis mengenai hubungan pengaturan sudut layar, arah angin, dan kecepatan perahu Sandeq berdasarkan pengamatan langsung di laut. Penelitian ini dilakukan pada perahu Sandeq yang digunakan dalam ekspedisi pelayaran di sepanjang pesisir Pulau Sulawesi. Tujuan penelitian adalah menganalisis pengaruh arah angin dan sudut layar terhadap kecepatan perahu Sandeq serta mendokumentasikan kondisi pelayaran yang berkaitan dengan perubahan kecepatan.

Penelitian dibatasi pada pengamatan sudut layar 40° , 45° , 60° , dan 67° , serta arah angin yang tercatat sebagai samping kiri, samping kanan, dan belakang. Kontribusi utama penelitian adalah penyediaan data lapangan dan dokumentasi hubungan operasional antara sudut layar, arah angin, jarak, waktu tempuh, dan kecepatan perahu.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Karakteristik Perahu Sandeq

Sandeq merupakan perahu layar bercadik khas Mandar yang dalam sumber skripsi dijelaskan memiliki panjang umum sekitar 7–11 m dan lebar sekitar 0,60–0,80 m. Cadik atau palatto berfungsi menjaga keseimbangan, sedangkan layar segitiga berfungsi menangkap energi angin untuk menghasilkan gaya penggerak. Dalam penelitian ini digunakan perahu bernama Celebes milik Dinas Pariwisata Provinsi Sulawesi Barat.



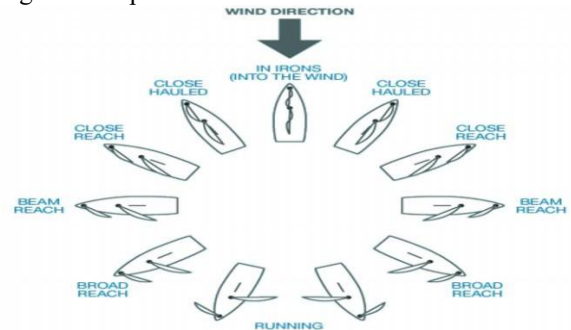
Gambar 1. Perahu Sandeq yang menjadi objek pengamatan.

Penggunaan layar sebagai sumber penggerak menjadikan geometri dan pengaturan layar penting terhadap arah serta besar gaya yang bekerja pada perahu. Sumber skripsi juga menjelaskan bahwa konstruksi Sandeq mencakup lambung, baratang/cadik, palatto/katir, kemudi, pallajarang (tiang layar), dan peloang (bom layar) (Nugroho, dkk., 2016).

2.2. Arah Berlayar dan Sudut Layar

Point of sail digunakan untuk menggambarkan

orientasi perahu terhadap arah datang angin. Dalam sumber penelitian, close-hauled dikaitkan dengan posisi perahu sekitar $30\text{--}45^\circ$ terhadap arah angin, sedangkan close reach, beam reach, dan broad reach menggambarkan kondisi ketika arah pelayaran semakin menjauh dari arah datang angin. Pada daerah no-go zone, ketika haluan terlalu mengarah ke sumber angin, gaya dorong layar tidak efektif. Oleh karena itu, pengaturan sudut layar dan perubahan arah haluan menjadi bagian penting dalam pengendalian perahu.



Gambar 2. Skema arah pelayaran (*point of sail*) berdasarkan arah angin.

Hubungan antara sudut layar dan kecepatan perahu pada penelitian ini ditinjau melalui data pelayaran aktual. Karena penelitian dilakukan di laut terbuka, kecepatan angin, arah angin, kondisi gelombang, dan keputusan nahkoda tidak sepenuhnya dapat dikontrol seperti pada eksperimen laboratorium (Novitasari, dkk., 2018).

3. METODOLOGI

3.1. Desain Penelitian

Penelitian menggunakan eksperimen lapangan dengan pendekatan observasi naturalistik. Pengamatan dilakukan langsung di laut menggunakan perahu Sandeq sebenarnya pada ekspedisi pelayaran di sepanjang pesisir Pulau Sulawesi. Peneliti terlibat dalam proses pelayaran dan mengamati pengaturan sudut layar, arah haluan, kondisi angin, jarak, serta waktu tempuh.

3.2. Variabel dan Parameter Penelitian

Tabel 1. Dimensi utama perahu Sandeq Celebes yang digunakan dalam penelitian

Parameter	Nilai	Parameter	Nilai
Nama perahu	Celebes	Pemilik	Dinas Pariwisata Provinsi Sulawesi Barat
Panjang	11 m	Lebar	0,60 m
Tinggi	0,80 m	Pallajarang	9 m
Peloang	8 m	Jarak palatto dari lambung	2 m
Panjang palatto	14 m	Layar vertikal	8 m
Layar horizontal	9 m	Luas layar	122 m ²

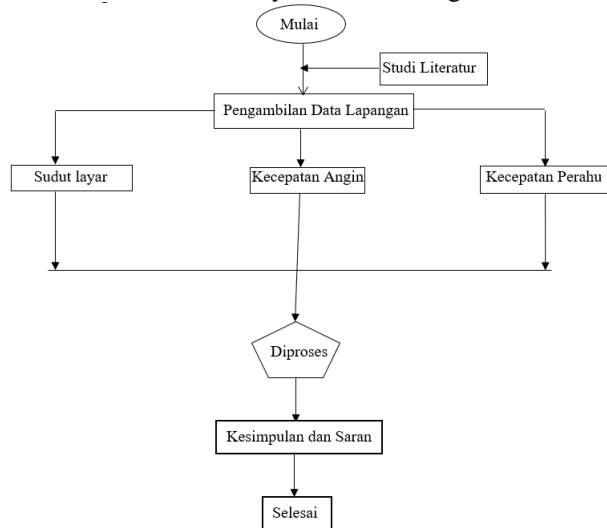
Variabel bebas penelitian adalah sudut layar dan arah angin. Variabel terikat adalah kecepatan perahu. Parameter pendukung meliputi kecepatan angin, jarak tempuh, dan waktu tempuh. Empat kondisi sudut layar yang dianalisis adalah 40° , 45° , 60° , dan 67° .

3.3. Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui observasi partisipatif selama pelayaran dan pencatatan rute perjalanan. Data rute dalam skripsi memuat koordinat awal dan akhir, jarak tempuh, kecepatan angin, serta waktu pelayaran. Informasi cuaca dan wilayah perairan juga diperhatikan dengan mengacu pada aplikasi dan sumber informasi yang disebutkan dalam skripsi, antara lain BMKG dan *Windy*.

3.4. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian meliputi: (1) studi literatur mengenai Sandeq, konstruksi perahu, dan prinsip pelayaran; (2) pengambilan data langsung selama ekspedisi; (3) pencatatan sudut layar dan arah angin; (4) pencatatan jarak dan waktu setiap lintasan; (5) perhitungan kecepatan perahu; dan (6) pengelompokan data berdasarkan sudut layar serta arah angin.



Gambar 3. Diagram alir penelitian dan pengolahan data

3.5. Metode Analisis Data

Kecepatan rata-rata pada setiap lintasan dihitung dari jarak tempuh dibagi waktu tempuh. Hubungan antara variabel kemudian dibahas berdasarkan kecenderungan data lapangan dan analisis regresi linier.

$$V = \frac{d}{t} \quad (1)$$

Dimana,

V = kecepatan perahu (km/jam)

d = jarak tempuh (km)

t = waktu tempuh (jam)

3.6. Validasi dan Keterbatasan Pengukuran

Penelitian sumber tidak melaporkan prosedur kalibrasi instrumen atau validasi eksperimental terpisah. Karena data diperoleh pada kondisi laut nyata, hasil dipengaruhi oleh variasi angin, gelombang, beban perahu, kondisi rute, dan keterampilan pengemudi. Oleh sebab itu, hasil diposisikan sebagai karakterisasi lapangan pada objek dan kondisi pelayaran yang diamati, bukan sebagai generalisasi untuk seluruh Sandeq.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

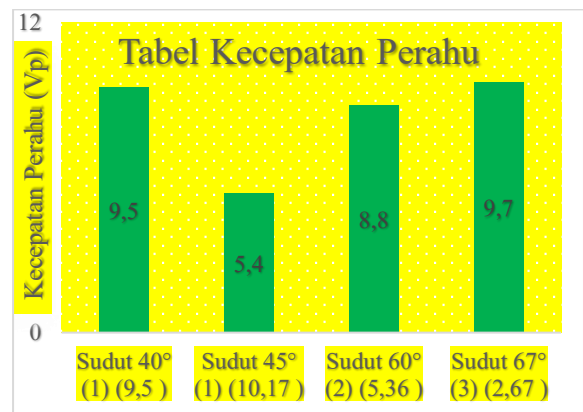
4.1. Hasil Pengamatan Lapangan

Perahu yang diamati memiliki panjang 11 m, lebar 0,60 m, dan tinggi 0,80 m. Tiang layar pallajarang memiliki tinggi 9 m, peloang 8 m, sedangkan ukuran layar yang dicatat adalah 8 m secara vertikal dan 9 m secara horizontal. Data perjalanan menunjukkan bahwa kecepatan angin selama lintasan bervariasi, sehingga setiap kelompok sudut layar berlangsung pada kondisi angin yang berbeda.

Analisis dalam skripsi mengelompokkan data menjadi empat sudut layar. Pada sudut 40° , arah angin dicatat dominan dari samping kiri. Pada sudut 60° arah angin dicatat dari samping kanan, sedangkan pada sudut 67° arah angin dicatat dari belakang. Kelompok sudut 45° juga memuat data dengan arah angin dari samping kiri.

Tabel 2. Ringkasan hasil pengamatan berdasarkan sudut layar

Sudut layar	Total jarak (km)	Total waktu (jam)	Kecepatan perahu rata-rata (km/jam)	Kecepatan angin rata-rata (km/jam)
40°	1.551,82	162	9,5	9,5
45°	772,40	78	5,4	10,17
60°	643,58	129	8,8	5,36
67°	254,31	97	9,7	2,67



Gambar 4. Grafik kecepatan perahu pada berbagai sudut layar berdasarkan data ringkasan penelitian.

4.2. Pengaruh Sudut Layar

Data ringkasan menunjukkan bahwa kecepatan yang dilaporkan berbeda pada empat sudut layar. Nilai 9,5 km/jam dicatat pada sudut 40° , 5,4 km/jam pada 45° , 8,8 km/jam pada 60° , dan 9,7 km/jam pada 67° . Perbedaan tersebut tidak dapat ditafsirkan sebagai pengaruh sudut layar secara tunggal karena setiap kelompok juga mengalami kondisi angin dan lintasan yang berbeda. Dengan demikian, perubahan kecepatan pada data lapangan merupakan hasil interaksi antara pengaturan layar dan kondisi lingkungan.

Tabel rinci pada penelitian memperlihatkan variasi kecepatan per lintasan. Sebagai contoh, pada sudut 40° tercatat kecepatan perahu antara sekitar 5,87 dan 14,19 km/jam pada lintasan yang berbeda. Pada sudut 60° kecepatan per lintasan berkisar sekitar 2,09–10,79

km/jam, sedangkan pada sudut 67° berkisar sekitar 1,56–4,28 km/jam pada data rinci yang ditampilkan. Variasi ini menunjukkan kuatnya pengaruh kondisi angin dan pelayaran terhadap hasil kecepatan.

4.3. Pengaruh Arah Angin

Sumber penelitian mengelompokkan arah angin menjadi samping kiri, samping kanan, dan belakang. Pengamatan menunjukkan bahwa angin yang datang dengan arah yang sesuai terhadap orientasi layar dapat memberikan komponen gaya yang membantu gerak maju perahu. Sebaliknya, ketika haluan mengarah terlalu dekat ke sumber angin, gaya dorong efektif berkurang dan perahu dapat kehilangan kecepatan. Prinsip operasional ini sejalan dengan pembahasan point of sail dan no-go zone pada kajian pustaka.

Pada contoh lintasan dengan sudut layar 45° , kecepatan angin 16 km/jam, jarak 19,63 km, dan waktu tempuh 2 jam, tabel analisis mencatat kecepatan perahu 9,82 km/jam. Contoh tersebut memperlihatkan bahwa kondisi angin tertentu dan posisi layar menghasilkan kecepatan perahu yang lebih tinggi daripada beberapa lintasan lain pada sudut yang sama.

4.4. Perbandingan dengan Kajian Sebelumnya

Penelitian Nugroho, dkk. (2016) membahas penggunaan layar sebagai sumber utama penggerak kapal, sedangkan Larsson dan Eliasson (2000) membahas prinsip desain kapal layar. Kedua referensi tersebut memberikan dasar bahwa orientasi layar dan kondisi angin merupakan bagian penting dalam sistem propulsi layar. Penelitian ini melengkapinya melalui pengamatan langsung pada Sandeq, yang memiliki konfigurasi tradisional berupa lambung ramping dan cadik.

Pratowo (2006) membahas pengaruh penggunaan cadik terhadap karakteristik kapal ikan. Dalam konteks Sandeq, keberadaan cadik berperan menjaga keseimbangan ketika gaya dari layar dan angin bekerja pada perahu. Dengan demikian, hasil lapangan penelitian ini memperlihatkan pentingnya melihat sistem layar dan cadik sebagai satu kesatuan ketika mengkaji kinerja pelayaran.

4.5. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan utama penelitian adalah kondisi eksperimen tidak sepenuhnya terkontrol. Kecepatan dan arah angin berubah sepanjang rute, kondisi laut dan gelombang tidak dikuantifikasi secara sistematis, dan beban perahu serta keterampilan nakhoda tidak dipisahkan sebagai variabel. Selain itu, beberapa angka pada tabel ringkasan skripsi tidak konsisten dengan sebagian data rinci, sehingga data mentah perlu diverifikasi sebelum artikel digunakan untuk publikasi final. Keterbatasan ini penting agar hasil tidak ditafsirkan melebihi cakupan data yang tersedia.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pengamatan lapangan menunjukkan bahwa sudut layar dan arah angin berkaitan dengan perubahan kecepatan perahu Sandeq. Empat sudut yang dianalisis adalah 40° , 45° , 60° , dan 67° , dengan nilai kecepatan rata-rata yang dilaporkan dalam skripsi masing-masing 9,5; 5,4; 8,8; dan 9,7 km/jam. Kondisi arah angin yang diamati

meliputi samping kiri, samping kanan, dan belakang. Data tersebut menunjukkan bahwa kinerja pelayaran tidak hanya ditentukan oleh sudut layar, tetapi juga oleh kondisi angin yang menyertainya.

Perahu Sandeq Celebes yang menjadi objek penelitian memiliki panjang 11 m, lebar 0,60 m, tinggi 0,80 m, tiang layar 9 m, dan layar dengan ukuran vertikal 8 m serta horizontal 9 m. Karakteristik geometris tersebut menjadi bagian penting dalam memahami kemampuan perahu memanfaatkan energi angin.

5.2. Saran

Penelitian lanjutan disarankan melakukan pengukuran menggunakan GPS dan anemometer yang terkalibrasi, mencatat arah angin relatif terhadap haluan secara kuantitatif, serta mengendalikan atau mencatat kondisi gelombang dan beban perahu. Hubungan antara sudut layar, kecepatan angin, dan kecepatan perahu juga perlu diuji dengan analisis statistik yang lengkap sehingga pengaruh masing-masing variabel dapat dipisahkan. Pemodelan komputasional dapat digunakan sebagai pelengkap untuk mengevaluasi pengaruh geometri lambung dan layar pada kondisi angin yang lebih terkontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimuddin M., R. (2009). Sandeq: Perahu tercepat Nusantara. Ombak.
- Hadi, E. S., Wibawa, A., & Kusuma, A. (n.d.). Perancangan kapal wisata katamaran dengan sistem penggerak mesin dan layar di daerah wisata bahari Bareleng (Batam, Rempang, Galang). Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan, 9(1), 14–23.
- Harvald, S. A. (1983). Resistance and propulsion of ships. John Wiley & Sons.
- Larsson, L., & Eliasson, R. A. (2000). Principles of yacht design (2nd ed.). International Marine, McGraw-Hill.
- Nugroho, A. A., Trimulyono, A., & Rindo, G. (2016). Studi penggunaan layar sebagai sumber utama penggerak kapal. Jurnal Teknik Perkapalan, 4(1).
- Novitasari, D. C. R., Febrianti, F., & Setiawan, F. (2018). Analisis kecepatan angin pada pasang surut air laut dengan menggunakan algoritma forward-backward dalam hidden Markov model di wilayah Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Jurnal Sains Matematika dan Statistika, 4(1), 26–35.
- Pratowo, A. (2006). Analisa penggunaan cadik dengan tanpa cadik pada kapal ikan Caraka Baruna ditinjau dari seakeeping, tahanan dan stabilitas [Tugas akhir]. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.