

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh *motion sickness* terhadap *human performance* pelaut dengan *situational awareness* sebagai variabel mediasi pada penggunaan *Bridge Simulator 360°*, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh *Motion Sickness* terhadap *Human Performance* Pelaut

Motion sickness terbukti berpengaruh signifikan terhadap *human performance* pelaut pada kedua kondisi simulasi, meskipun dengan arah pengaruh yang berbeda. Pada Skenario 1 (kondisi navigasi normal), pengaruh *motion sickness* terhadap *human performance* menunjukkan nilai koefisien sebesar 0,630 (*T-statistics* = 4,953; $p = 0,000$) dengan hubungan searah, artinya peningkatan tingkat *motion sickness* diikuti oleh peningkatan rasio *error* permenit terhadap waktu penyelesaian tugas, yang mengindikasikan penurunan performa pelaut. Pada Skenario 2 (kondisi navigasi berat), pengaruh *motion sickness* terhadap *human performance* menunjukkan nilai koefisien sebesar -0,316 (*T-statistics* = 2,501; $p = 0,012$) dengan hubungan berlawanan arah, artinya semakin tinggi tingkat *motion sickness* yang dialami pelaut, rasio *error* permenit terhadap waktu penyelesaian tugas justru cenderung menurun, yang mengindikasikan perbaikan performa secara relatif. Perbedaan arah hubungan antara kedua skenario ini diduga terjadi karena adanya mekanisme kewaspadaan kompensatoris pelaut dalam menghadapi kondisi operasional berisiko tinggi, di mana ancaman keselamatan yang nyata mendorong pengeralahan sumber daya kognitif tambahan meskipun gejala *motion sickness* yang dialami lebih berat. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa *motion sickness* merupakan faktor yang secara konsisten dan signifikan mempengaruhi *human performance* pelaut di seluruh kondisi operasional kapal, dengan mekanisme pengaruh yang

bergantung pada tingkat kompleksitas dan risiko kondisi yang dihadapi.

2. Pengaruh *Motion Sickness* terhadap *Situational Awareness* Pelaut

Pengaruh *motion sickness* terhadap *situational awareness* pelaut menunjukkan hasil yang berbeda pada kedua skenario. Pada Skenario 1, *motion sickness* berpengaruh signifikan dan negatif terhadap *situational awareness* dengan nilai koefisien sebesar $-0,530$ ($T\text{-statistics} = 4,537$; $p = 0,000$; $F^2 = 0,391$ — efek besar), artinya semakin tinggi tingkat *motion sickness* yang dirasakan pelaut pada kondisi navigasi normal, maka *situational awareness* cenderung menurun secara bermakna. Gejala fisik seperti mual, pusing, dan disorientasi akibat *motion sickness* mengalihkan sumber daya perhatian dari pemrosesan informasi lingkungan navigasi sehingga kemampuan membangun dan mempertahankan kesadaran situasional menjadi terganggu. Sementara itu, pada Skenario 2, pengaruh *motion sickness* terhadap *situational awareness* tidak signifikan (koefisien = $-0,261$; $T\text{-statistics} = 1,110$; $p = 0,267$; $F^2 = 0,073$), mengindikasikan bahwa responden mulai mengembangkan mekanisme adaptasi kognitif dan strategi kompensasi dari pengalaman Skenario 1 sehingga mampu mempertahankan kesadaran situasional meskipun mengalami tekanan fisiologis pada kondisi operasional berat.

3. Pengaruh *Situational Awareness* terhadap *Human Performance* Pelaut

Situational awareness terbukti berpengaruh signifikan terhadap *human performance* pelaut pada kedua kondisi simulasi, meskipun dengan arah hubungan yang berbeda. Pada Skenario 1, pengaruh *situational awareness* terhadap *human performance* menunjukkan nilai koefisien sebesar $0,375$ ($T\text{-statistics} = 2,067$; $p = 0,039$; $F^2 = 0,142$ — efek sedang) dengan hubungan searah, mengindikasikan bahwa pada kondisi navigasi normal responden masih berada dalam proses adaptasi terhadap lingkungan simulator sehingga kemampuan *situational awareness* belum sepenuhnya diterjemahkan menjadi performa operasional yang optimal. Pada Skenario 2, pengaruh

situational awareness terhadap *human performance* menunjukkan nilai koefisien sebesar $-0,403$ ($T\text{-statistics} = 3,132$; $p = 0,002$; $F^2 = 0,188$ — efek menguat) dengan hubungan berlawanan arah yang signifikan, artinya semakin baik *situational awareness* yang dimiliki pelaut, maka *error* per menit dan *task completion time* cenderung menurun sehingga performa secara keseluruhan menjadi lebih baik. Temuan ini menunjukkan bahwa peran *situational awareness* semakin krusial seiring meningkatnya kompleksitas kondisi operasional yang dihadapi pelaut.

4. Peran Mediasi *Situational Awareness* dalam Hubungan antara *Motion Sickness* dan *Human Performance*

Berdasarkan hasil pengujian *specific indirect effects*, *situational awareness* tidak terbukti berperan sebagai variabel mediasi yang signifikan dalam hubungan antara *motion sickness* dan *human performance*, baik pada Skenario 1 (koefisien *indirect effect* = $-0,199$; $T\text{-statistics} = 1,665$; $p = 0,096$) maupun pada Skenario 2 (koefisien *indirect effect* = $0,105$; $T\text{-statistics} = 1,090$; $p = 0,276$). Dengan demikian, H4 ditolak pada kedua kondisi simulasi. Pada Skenario 1, penolakan hipotesis mediasi disebabkan oleh dominasi pengaruh langsung *motion sickness* terhadap *human performance* (koefisien = $0,630$) yang sangat besar sehingga peran mediasi *situational awareness* menjadi relatif kecil. Pada Skenario 2, penolakan hipotesis mediasi sejalan dengan tidak signifikannya jalur *motion sickness* terhadap *situational awareness*, sehingga rantai mediasi tidak dapat terbentuk. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pada tekanan operasional tinggi, *motion sickness* memengaruhi *human performance* secara langsung tanpa melewati jalur *situational awareness*, dan intervensi terhadap *situational awareness* saja tidak mencukupi untuk menjaga performa pelaut pada kondisi pelayaran kritis.

5. Rancangan Pengembangan Pelatihan dan Sistem Kerja Pelaut

Berdasarkan hasil identifikasi permasalahan dan validasi expert judgement yang dilakukan oleh praktisi navigasi bersertifikasi

Ahli Nautika Tingkat 2, telah disusun tiga usulan perbaikan yang diprioritaskan berdasarkan urgensi implementasinya. Usulan pertama dan paling prioritas adalah intervensi terhadap *motion sickness* melalui program adaptasi vestibular bertahap dalam kurikulum pelatihan simulator serta penerapan prosedur manajemen kelelahan fisiologis berbasis STCW 2010 oleh operator kapal. Usulan kedua adalah peningkatan *situational awareness* melalui desain simulator, mencakup perancangan skenario latihan tiga level SA (persepsi, pemahaman, dan proyeksi), integrasi *feedback real-time*, serta sesi *debriefing* berbasis rekaman simulasi. Usulan ketiga adalah intervensi langsung pada kondisi cuaca ekstrem, meliputi rotasi jaga yang lebih pendek, penggunaan *antiemetic* yang disetujui medis, serta evaluasi kelayakan berlayar berdasarkan kondisi fisik awak kapal pada *sea state* tinggi. Ketiga usulan tersebut bertujuan untuk mendukung kesiapan operasional pelaut serta meningkatkan keselamatan navigasi kapal secara menyeluruh.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah dipaparkan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya maupun bagi pihak-pihak yang terkait, yaitu sebagai berikut:

1. Saran bagi Institusi Pendidikan dan Pelatihan Pelaut

Institusi pendidikan dan pelatihan pelaut disarankan untuk mengintegrasikan program adaptasi vestibular secara bertahap ke dalam kurikulum pelatihan berbasis simulator, mulai dari kondisi laut tenang hingga kondisi badai, sebagai bentuk persiapan fisiologis kadet sebelum menghadapi kondisi nyata di laut. Selain itu, penyelenggaraan sesi *debriefing* berbasis rekaman simulasi perlu dijadikan komponen rutin dalam setiap sesi latihan guna memperkuat refleksi kognitif dan kemampuan *situational awareness* kadet secara terstruktur.

2. Saran bagi Perusahaan Pelayaran

Operator kapal, termasuk instansi yang mengoperasikan kapal patroli seperti Polisi Perairan (Polair), disarankan untuk menyusun prosedur manajemen kelelahan yang secara eksplisit mempertimbangkan faktor *motion sickness*, terutama pada pelayaran di perairan dengan kondisi *sea state* tinggi. Prosedur tersebut dapat mencakup skrining kondisi fisik awak sebelum dinas jaga, rotasi personel jaga yang lebih pendek pada kondisi cuaca ekstrem, serta penyediaan antiemetic yang disetujui medis sebagai bagian dari perlengkapan standar kapal. Implementasi kebijakan ini memiliki landasan regulasi yang kuat dalam kerangka STCW 2010 Manila *Amendments* (IMO, 2011) dan dapat diterapkan tanpa memerlukan perubahan struktural yang signifikan.

3. Saran bagi Penelitian Selanjutnya Beberapa rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas jumlah sampel guna mengatasi potensi *overfitting* model yang terindikasi dari kesenjangan antara nilai R^2 (0,916) dan R^2 *adjusted* (0,145) pada Skenario 2, sehingga hasil analisis PLS-SEM dapat diinterpretasikan dengan tingkat kepercayaan yang lebih tinggi.
- b. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan pencatatan *human error* secara individual berdasarkan peran masing-masing anggota *bridge team*. Pada penelitian ini, *human error* dicatat pada level tim untuk setiap sesi simulasi sehingga kontribusi kesalahan dari masing-masing posisi, seperti Master, *Officer of the Watch* (OOW), Radar Operator, ECDIS Operator, AIS Operator, *Helmsman*, dan *Lookout*, belum dapat diidentifikasi secara spesifik. Oleh karena itu, pencatatan melalui observasi individual atau sistem pencatatan otomatis yang mampu mengidentifikasi pelaku kesalahan diharapkan dapat memberikan analisis hubungan antara peran dan tingkat *human error* yang lebih akurat.

- c. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan penambahan variabel lain yang diduga memengaruhi *human performance* pelaut di luar model yang telah digunakan, seperti beban kerja mental (*mental workload*), pengalaman berlayar, tingkat kecemasan, atau kondisi lingkungan kerja fisik di atas kapal.
- d. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan pengukuran fisiologis objektif seperti *eye-tracking*, *heart rate variability*, atau *wearable biosensor* sebagai pelengkap instrumen subjektif SSQ dan SART, guna meningkatkan validitas dan objektivitas pengukuran variabel *motion sickness* dan *situational awareness*.
- e. Penelitian selanjutnya dapat memperluas cakupan subjek penelitian dengan melibatkan pelaut dari berbagai jenis kapal dan jenjang sertifikasi, tidak terbatas pada kapal penumpang 500 GT dengan sertifikasi minimal ANT/ATT IV, sehingga generalisabilitas temuan dapat ditingkatkan.
- f. Penelitian selanjutnya dapat mengkaji efektivitas intervensi perbaikan yang telah diusulkan melalui desain penelitian eksperimental terkontrol, untuk membuktikan secara empiris dampak penerapan program adaptasi vestibular, peningkatan *situational awareness* berbasis simulator, dan protokol intervensi berlapis terhadap penurunan *motion sickness* dan peningkatan *human performance* pelaut.