

DAMPAK PERUBAHAN ZONA *SEQUENCE* TERHADAP PENCAPAIAN TARGET WAKTU *LAUNCHING* PADA PEMBANGUNAN KAPAL TIPE *LPD RO-RO 7300 GT*

Adenandra Sulistyio Hendrawan, Ali Azhar, Marx Jefferson, Basuki Widodo

Universitas Hang Tuah, Surabaya, Indonesia

*Corresponding Author:
sulistyio.adenandra@gmail.com

Abstract.

This study aims to evaluate and determine the most optimal zona sequence in the construction of a 7300 GT LPD RoRo vessel based on data from the SSV 1 (2016), SSV 2 (2017), and LPD (2018). The assessment was conducted on six main zonas of the vessel: engine room, cargo hold, aft part, fore part, wheel house, and hangar. The analysis results show that the SSV 2 project in 2017 provided the best performance in five of the six zone, with block modularization strategies such as the use of two-block and four-block joint blocks proven to increase the efficiency of the zona process. This study also identified several technical and managerial factors that influenced changes in the zona sequence, such as weather conditions, delays in feeding blocks, heavy equipment readiness, and inter-division coordination. Furthermore, changes in the zona sequence were proven to have a direct impact on the duration of the main equipment loading stage, where delays in supporting structures can disrupt the main engine installation schedule. A modular approach, dynamic sequencing strategies, and planning integration such as the Critical Path Method (CPM) are key to maintaining project time effectiveness and flexibility. The results of this study are expected to serve as a reference for developing ship construction planning and increasing production efficiency in the national shipbuilding industry.

Keywords: Zona sequence, LPD RoRo 7300 GT, production efficiency, loading main equipment, construction strategy

PENDAHULUAN

Dalam proses pembangunan kapal, terdapat beberapa metode atau cara yang digunakan, yang dapat dikategorikan berdasarkan sistem atau tempat pembuatannya. Pembangunan kapal berdasarkan sistem mencakup tiga metode utama, yaitu sistem seksi, sistem konvensional, dan sistem *block*. Metode *block* umumnya diterapkan dalam pembangunan kapal-kapal besar. Penulis tertarik untuk meneliti lebih lanjut mengenai metode sistem *block* dalam proses pembangunan kapal.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat seiring dengan kemajuan zaman mendorong peningkatan industrialisasi di bidang perkapalan. Pertumbuhan industri perkapalan yang kompetitif memerlukan pengelolaan yang baik terhadap seluruh komponen dalam perusahaan agar menghasilkan produk yang berkualitas. Sebagai negara kepulauan dengan luas perairan yang lebih besar dibandingkan daratan, Indonesia memiliki potensi besar dalam industri maritim.

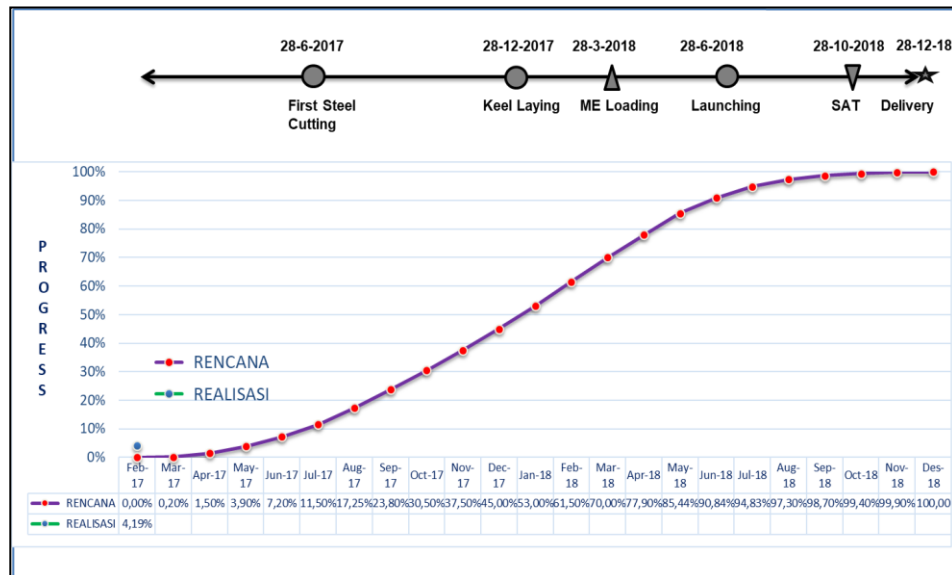
Dalam proses pembangunan kapal di galangan, efisiensi dapat ditingkatkan dengan menerapkan sistem *block*. Proses penyambungan (*joint* zona) pada metode ini harus mempertimbangkan jarak yang optimal agar terhindar dari cacat pengelasan. Penerapan sistem

seksi atau *block* umumnya digunakan pada kapal dengan jenis material yang homogen atau sejenis.

Penggunaan sistem *block* juga tergantung dari fasilitas galangan yang tersedia seperti *crane* & *block transporter carrier* untuk *handling* (angkat dan angkut) *block*. Semakin besar kapasitas alat angkat & angkut *block* yang dimiliki akan semakin mempercepat proses zona, dalam hal ini ukuran dimensi maupun berat *block* semakin besar dan jumlah *block* menjadi lebih sedikit. Sehingga dapat mempersingkat proses zona sampai dengan *launching*. Secara umum, galangan kapal modern pasti memiliki fasilitas alat dan angkut yang memadai sebagai bagian dari *production performance*-nya.

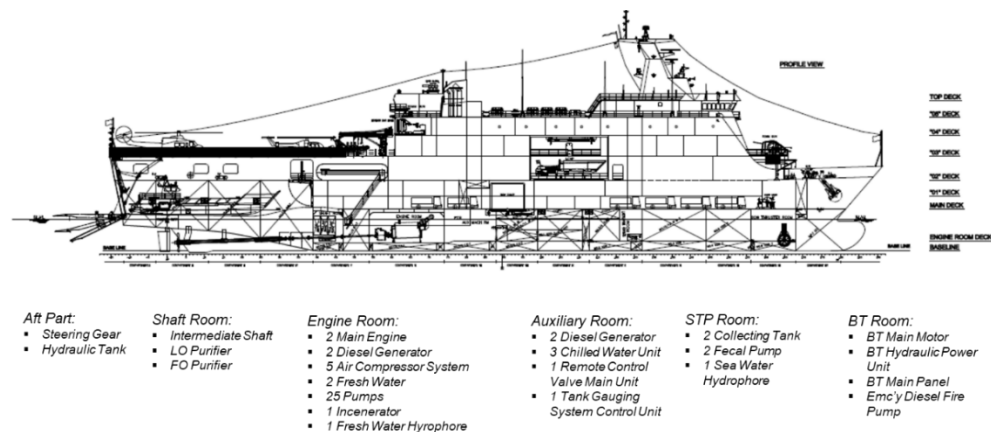
Industri galangan kapal dalam negeri merupakan salah satu sektor penting dalam industri kelautan yang harus mendapat perhatian serius agar dapat bersaing secara global. Galangan kapal nasional dapat meningkatkan produktivitasnya dengan menerapkan teknologi dan manajemen produksi yang modern. Kemampuan galangan dalam memperoleh pesanan kapal baru sangat bergantung pada produktivitasnya, yakni kemampuan membangun kapal sesuai spesifikasi dan persyaratan mutu, harga yang kompetitif, serta waktu penyerahan yang singkat, yang dikenal dengan konsep Quality, Cost, and Delivery (QCD) (Jiang et al., 2008; Varghese & Yoon, 2006).

Pada perencanaan jadwal produksi dan penggunaan *building berth* dalam suatu galangan kapal, disusun *Shipbuilding Line Chart* (SBLC) dimana mencantumkan beberapa milestone pembangunan kapal (*First Steel Cutting*, *Keel Laying*, *Launching* & *Delivery*). Secara umum, fase zona dimulai saat *keel laying* sampai dengan *launching*. Selanjutnya direncanakan target kemajuan pekerjaan / *plan progress* dalam *S-Curve* sesuai dengan SBLC-nya.



Gambar 1. S-Curve & SBLC (Olahan Peneliti,2025)

Pembangunan kapal tipe LPD Ro-ro (Roll-on/Roll-off) 7300 GT merupakan proyek yang melibatkan banyak proses teknik yang kompleks. Salah satu proses penting dalam pembangunan kapal adalah zona *block*, yang mencakup aktivitas *loading hull block* dan *main equipment*, terutama di bagian bawah garis air saat berada di *building berth*. Terutama pada enam kompartemen di bawah garis air, setiap kompartemen memerlukan instalasi *main equipment* yang tepat dan efisien (Shen et al., 2017).

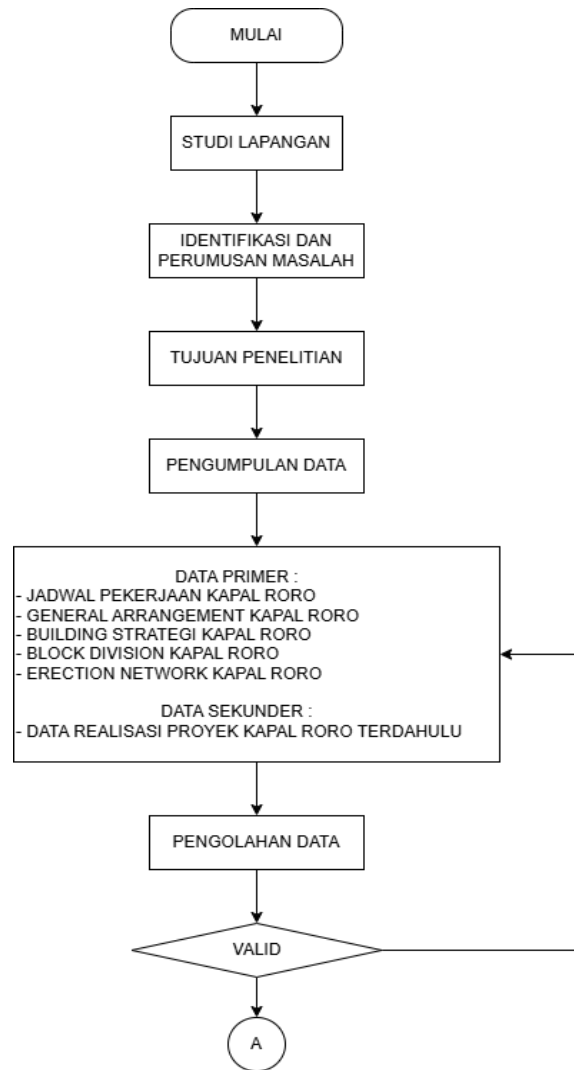


Gambar 2. *General Arrangement LPD Ro-ro 7300 (Olahan Peneliti, 2025)*

Urutan zona yang umum digunakan dimulai dari *bottom block* di tengah panjang kapal ke belakang dan ke depan, lalu bergerak ke atas dengan pendekatan dari tengah ke belakang dan tengah ke depan. Namun, perubahan jadwal kedatangan *equipment* dapat berdampak pada zona *sequence*. Hal ini dapat berisiko terhadap pencapaian target waktu *launching* kapal dan penyelesaian proyek. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis serta mengevaluasi pengaruh perubahan zona *sequence* terhadap efisiensi waktu dan efektivitas dalam pembangunan kapal agar tetap sesuai jadwal yang direncanakan (Lee et al., 1997; Dharma, 2012). Sehingga selanjutnya didapat langkah langkah mitigasi yang tepat meminimalkan risiko *inefficiency* waktu dan *ineffective* proses pembangunan kapal type LPD Ro-ro 7300 GT.

METODE

Metodologi penelitian didasarkan atas kedatangan *equipment* yang harus di *loading* sebelum *block loading*. Ketika terjadi keterlambatan kedatangan *equipment* tersebut maka pekerjaan harus tetap berjalan agar progres / kemajuan pekerjaan memenuhi target penyelesaian yang direncanakan. Ada 6 zona yang berkaitan dengan *equipment* tersebut. Dengan memperhatikan data kedatangan *equipment* tersebut, dilakukan analisa dengan Deskriptif Kualitatif untuk menentukan prioritas yang akan dikerjakan dengan memperhitungkan waktu dan biaya pekerjaan. Dilanjutkan analisa atas prioritas dari 6 zona tersebut untuk mendapatkan kesimpulan optimalisasi pekerjaan. Berikut diagram alir dari metode penelitian ini pada gambar 3.1. berikut.



Gambar 3. Metode Penelitian

Studi lapangan dilakukan untuk memahami kondisi aktual di galangan kapal, termasuk sistem zona yang sedang digunakan dan permasalahan yang dihadapi dalam proses pembangunan kapal LPD Ro-ro 7300 GT. Dalam tahap ini, pengamatan langsung dilakukan di area produksi untuk mengidentifikasi tantangan yang muncul dalam proses zona *sequence*. Selain itu, wawancara dengan tenaga ahli dan pekerja lapangan dilakukan untuk mendapatkan perspektif terkait efisiensi dan kendala yang dihadapi selama proses zona.

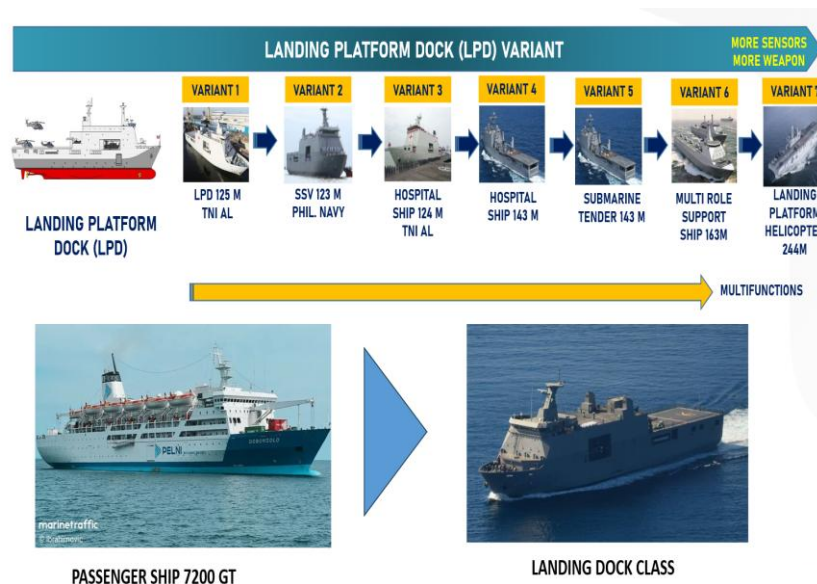
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapal LPD Ro-ro 7300 GT

Kapal Ro-ro (Roll-on/Roll-off) 7300 GT secara umum berbasis kapal penumpang yang dirancang untuk mengangkut kendaraan dan penumpang secara efisien, dengan kemampuan bongkar-muat kendaraan yang cepat melalui pintu rampa di bagian buritan atau lambung kapal. Kapasitas 7300 GT (*Gross Tonnage*) mencerminkan ukuran besar kapal ini, memungkinkan daya angkut yang tinggi serta stabilitas operasional dalam pelayaran antar pulau. Kapal ini umumnya digunakan oleh operator transportasi laut seperti PT PELNI untuk rute pelayaran reguler di Indonesia (Kementerian Perhubungan RI, 2021). Seiring berkembangnya kebutuhan strategis dan

pertahanan maritim, kapal Ro-ro 7300 GT juga menunjukkan potensi besar untuk dikonversi atau dikembangkan menjadi platform militer. Hal ini didukung oleh desain dasarnya yang besar dan modular, memungkinkan integrasi berbagai sistem misi, termasuk hanggar helikopter, dek kendaraan tempur, hingga fasilitas medis. Konsep modularitas ini menjadikan kapal Ro-ro 7300 GT sebagai alternatif ekonomis dan efisien dalam pengembangan kapal perang kelas *Landing Platform Dock*, khususnya dalam mendukung operasi militer dan bantuan kemanusiaan (Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pertahanan, 2020).

Roadmap pengembangan produk dalam dokumen internal PT PAL Indonesia menunjukkan bagaimana desain dasar kapal Ro-ro 7300 GT dapat diadaptasi menjadi berbagai varian kapal militer, termasuk *Landing Platform Dock (LPD)*, *Hospital Ship*, *Multi-role Support Ship*, hingga *Landing Platform Helicopter*. Evolusi ini menggambarkan peningkatan kemampuan operasional, dari sekadar transportasi logistik hingga fungsi tempur dan dukungan strategis. Dengan demikian, kapal Ro-ro 7300 GT menjadi platform awal yang sangat fleksibel untuk membangun kekuatan maritim modern berbasis produksi dalam negeri (PT PAL Indonesia, 2023). Transformasi kapal penumpang Ro-ro 7300 GT menjadi kapal perang kelas *Landing Platform Dock* tidak hanya menambah nilai guna dari sisi pertahanan, tetapi juga menunjukkan kemampuan industri galangan kapal nasional dalam mengembangkan produk dual-use. Strategi ini sejalan dengan upaya kemandirian industri pertahanan nasional, di mana kapal sipil yang ada dapat dimodifikasi atau dijadikan basis desain untuk mendukung kekuatan armada TNI AL. Pendekatan ini memberi efisiensi dalam anggaran pertahanan serta mempercepat proses pengadaan kapal perang melalui optimalisasi desain yang sudah terbukti andal di sektor sipil (Lemhannas RI, 2022).



Gambar 4. Roadmap pengembangan Kapal LPD Ro-ro 7300 GT (Olahan Peneliti, 2025)

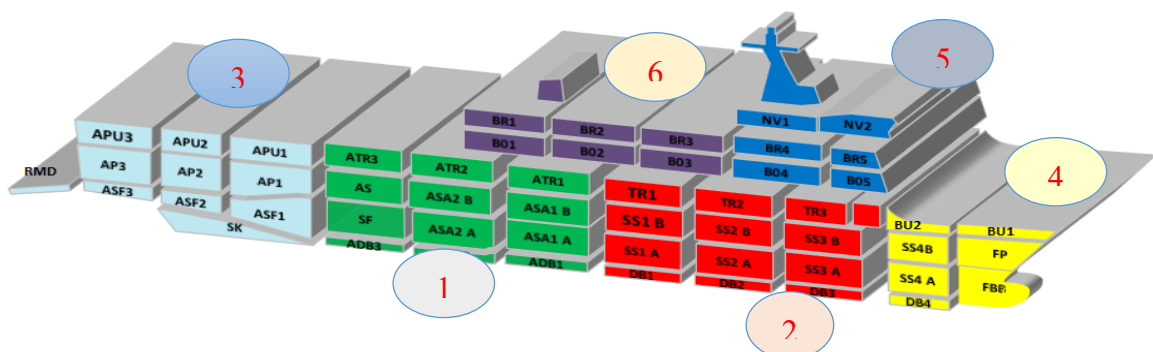
Kapal LPD Ro-ro 7300 GT memiliki dek kendaraan yang luas dan sistem bongkar muat efisien, yang secara struktural sangat cocok digunakan sebagai dasar pembangunan kapal pendarat (Landing Dock). Kapal ini mampu membawa berbagai jenis kendaraan tempur, kontainer logistik, dan peralatan militer lainnya. Selain itu, karakteristik kecepatan dan daya jelajahnya cukup kompetitif, sehingga dapat mendukung operasi lintas pulau maupun regional

secara cepat. Hal ini menjadi keuntungan strategis bagi TNI AL dalam operasi amfibi, pemindahan pasukan, serta distribusi bantuan bencana secara besar-besaran (Susanto & Haryadi, 2021). Pengembangan Ro-ro 7300 GT menjadi kapal Landing Dock juga mencerminkan trend global di mana kapal sipil digunakan sebagai platform militer dengan pendekatan cost-effective. Pengguna serupa dapat ditemukan pada Tentara Laut negara-negara seperti Philippine, Peru dan Myanmar yang telah mengembangkan *Strategic Sealift Vessel* berbasis desain kapal sipil namun dilengkapi kemampuan militer seperti dek pendaratan *helicopter*, *hangar* serta *dock well*. Desain modular dan fleksibel kapal LPD Ro-ro 7300 GT membuat transformasi semacam ini tidak hanya memungkinkan, tetapi juga efisien dalam hal anggaran dan waktu pembangunan (Jane's Defence Weekly, 2022).

Transformasi tersebut tidak hanya mencakup aspek struktural, tetapi juga integrasi sistem komunikasi militer, radar, persenjataan ringan, dan dukungan medis lapangan. Dalam roadmap yang ditampilkan oleh PT PAL Indonesia, terlihat bahwa dari desain awal kapal LPD hingga varian tertinggi seperti *Landing Platform Helicopter* (LPH), terdapat peningkatan signifikan dalam hal sensor, weapon system, serta kemampuan multi-misi. Hal ini menunjukkan bahwa kapal LPD Ro-ro 7300 GT dapat menjadi bagian dari transformasi pertahanan maritim Indonesia menuju armada yang lebih adaptif dan multifungsi (PT PAL Indonesia, 2023). Lebih jauh lagi, pengembangan kapal militer dari basis sipil seperti LPD Ro-ro 7300 GT juga mendukung konsep *Total Defence* atau Pertahanan Semesta, di mana industri sipil berkontribusi langsung terhadap kekuatan pertahanan negara. Dalam situasi damai, kapal ini bisa difungsikan sebagai kapal logistik atau penumpang; namun dalam kondisi darurat, kapal dapat diubah dengan cepat menjadi platform militer atau bantuan kemanusiaan. Pendekatan ini selaras dengan kebijakan Pemerintah Indonesia dalam optimalisasi sumber daya nasional untuk mendukung pertahanan negara (Kementerian Pertahanan RI, 2022).

Pembagian dan Urutan Zona dalam Zona *sequence*

Pembagian zona dalam proses zona *sequence* bertujuan untuk menyusun struktur kapal berdasarkan lokasi dan fungsi utama dari setiap bagian kapal. Umumnya, zona dibagi menjadi enam bagian utama, yaitu: Dalam proyek pembangunan kapal LPD Ro-ro 7300 GT di galangan kapal selama periode 2016 hingga 2022, zona *sequence* secara umum terbagi dalam enam zona utama sebagai berikut:



Gambar 5. Pembagian Zona Zona pada Kapal LPD Ro-ro 7300 GT (Olahan Peneliti,2025)

1. **Engine room:** Merupakan zona pusat permesinan dan penggerak kapal, yang menjadi titik krusial dalam struktur bawah dan tengah kapal. Zona diawali dari zona ini karena berfungsi sebagai fondasi teknis utama, dan berkaitan erat dengan stabilitas awal kapal selama tahap *assembly* di dock.
2. **Cargo Hold:** Area yang dirancang untuk penyimpanan muatan, terutama kendaraan dan logistik dalam kapal LPD Ro-ro. Zona ini biasanya terletak di bagian bawah dan tengah kapal, dan proses zona-nya dilakukan setelah atau bersamaan dengan *Engine room*, tergantung kesiapan *block*.
3. **After Part:** Merupakan bagian belakang kapal, mencakup struktur buritan, rampa, dan sistem kemudi. Tahapan zona pada zona ini penting untuk menentukan batas belakang konstruksi serta penyelarasan pada sistem propulsi dan *rudder*.
4. **Fore Part:** Zona haluan kapal yang mencakup struktur depan, *bulbous bow*, serta tangki *ballast*. *Fore Part* biasanya dirakit setelah struktur tengah dan belakang selesai, namun dapat juga dipasang bersamaan dalam metode paralel zona.
5. **Wheel house:** Merupakan bagian atas kapal yang berfungsi sebagai pusat navigasi dan kendali. Karena berada di bagian atas struktur, zona *Wheel house* dilakukan pada fase akhir setelah struktur dasar kapal selesai dan stabil.
6. **Hangar:** Zona tambahan yang umumnya digunakan sebagai area tertutup untuk kendaraan, helikopter, atau perlengkapan tertentu. Zona *Hangar* dilakukan terakhir atau bersamaan dengan *Wheel house*, tergantung pada desain spesifik dan kebutuhan *outfitting*.

Pembagian ini merujuk pada sistem *modular construction* yang telah menjadi standar dalam pembangunan kapal modern. *Modular construction* memungkinkan pengerjaan *block-block* secara paralel di area terpisah, yang kemudian disatukan pada tahap zona, untuk menghemat waktu dan sumber daya (Stopford, 2009).

Dalam praktik modern, pendekatan modular semakin umum digunakan. Setiap *block* dibangun secara terpisah, lengkap dengan sistem pendukung (pipa, kabel, dan perangkat *outfitting*), kemudian disatukan pada tahapan zona. Strategi ini tidak hanya mempercepat proses pembangunan kapal, tetapi juga meningkatkan mutu dan keselamatan kerja (Baroroh et al., 2022; Rubeša et al., 2011). Keberhasilan proses zona sangat bergantung pada urutan yang direncanakan dengan baik, kesiapan *block*, dan koordinasi antar departemen di galangan kapal.

Analisis Data Kualitatif

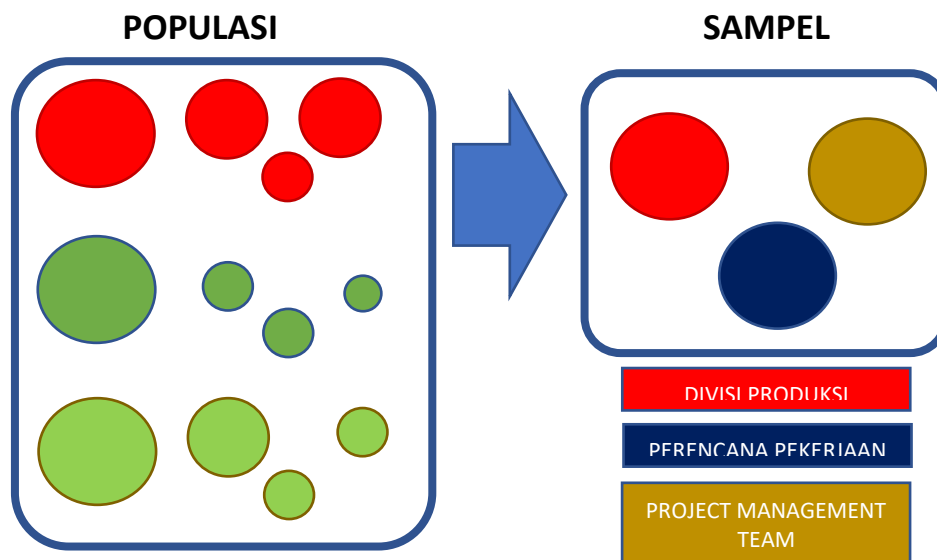
Analisis data kualitatif dalam penelitian ini dilakukan dengan bantuan perangkat lunak NVivo untuk mengidentifikasi pola kata kunci, tema utama, serta hubungan antar konsep berdasarkan data wawancara, dokumen teknis proyek, dan catatan observasi lapangan. Proses ini tidak hanya menyoroti frekuensi kemunculan kata, tetapi juga mengungkap narasi tersembunyi terkait pengelolaan tenaga kerja, kesiapan *block* dan material, serta perbedaan spesifikasi antar proyek kapal.

Temuan kualitatif ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai ketergantungan antar elemen proyek terhadap perubahan urutan zona *sequence*, khususnya dalam kaitannya dengan pencapaian target waktu *launching*. Selain itu, hasil analisis ini menjadi dasar dalam merumuskan standar penerapan zona *sequence* yang lebih efisien dan adaptif, sehingga mendukung

perencanaan dan pelaksanaan pembangunan kapal tipe LPD Ro-Ro 7300 GT secara lebih optimal dalam proyek *multiyears*.

Penentuan Sampel

Dalam penelitian ini, sampel dipilih berdasarkan relevansi dengan fenomena yang diteliti, bukan secara acak, sebagaimana dikemukakan oleh Patton (2002). Sampel yang dipilih terdiri dari lima orang tiap bagian, yaitu Divisi Produksi, Perencana Pekerjaan, serta *Project Management Team*. Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Purposive Sampling* dan *Snowball Sampling*. *Purposive Sampling* dilakukan dengan memilih responden yang memiliki wawasan mendalam mengenai topik penelitian, sebagaimana dijelaskan oleh Creswell dan Poth (2018). Sementara itu, *Snowball Sampling* digunakan untuk memperluas cakupan sampel, di mana responden awal merekomendasikan peserta lain yang dianggap relevan dengan penelitian, sesuai dengan metode yang dikembangkan oleh Biernacki dan Waldorf (1981), sehingga didapatkan populasi dan sampel sebagaimana gambar berikut:



Gambar 6 *Populasi dan Sampel* (Sumber: Olahan Peneliti, 2025)

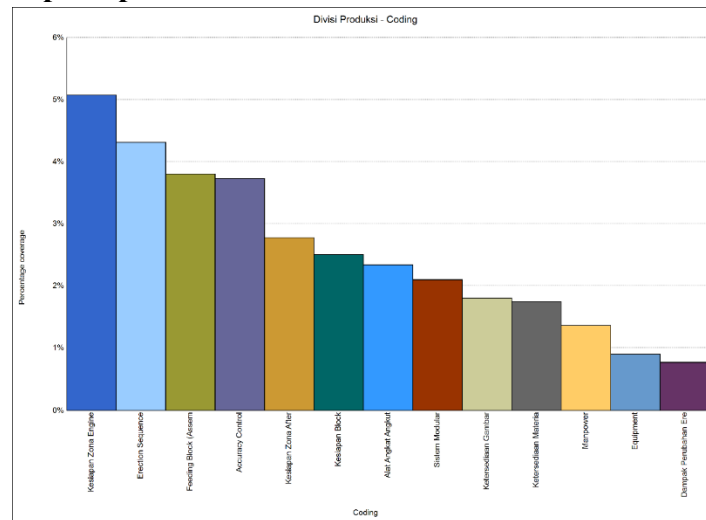
Selain itu, penelitian ini mempertimbangkan kedalaman data dan saturasi, di mana sampel dipilih untuk memperoleh variasi perspektif daripada sekadar representasi statistik (Miles & Huberman, 1994). Pengambilan sampel dihentikan ketika data mencapai saturasi, yaitu kondisi ketika tidak ditemukan informasi baru yang signifikan dari wawancara atau observasi, sebagaimana dikemukakan oleh Glaser dan Strauss (1967). Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif terkait fenomena yang diteliti.

Analisis Hasil N-Vivo

Dalam penelitian kualitatif, analisis data dilakukan untuk mengidentifikasi pola, tema, dan hubungan dalam data yang telah dikumpulkan. Salah satu alat bantu yang sering digunakan dalam analisis kualitatif adalah NVivo, sebuah perangkat lunak yang memungkinkan peneliti untuk mengelola dan menganalisis data dalam bentuk teks, audio, atau video. Pada bagian ini, akan

dijelaskan hasil analisis data yang telah diolah menggunakan NVivo, yang mencakup penentuan sampel, proses pengkodean, serta temuan utama yang diperoleh dari penelitian ini.

Hasil *Coding* dari Tiap Responden



Gambar 7. Hasil *Coding* dari Divisi Produksi (Sumber: Olahan Peneliti,2025)

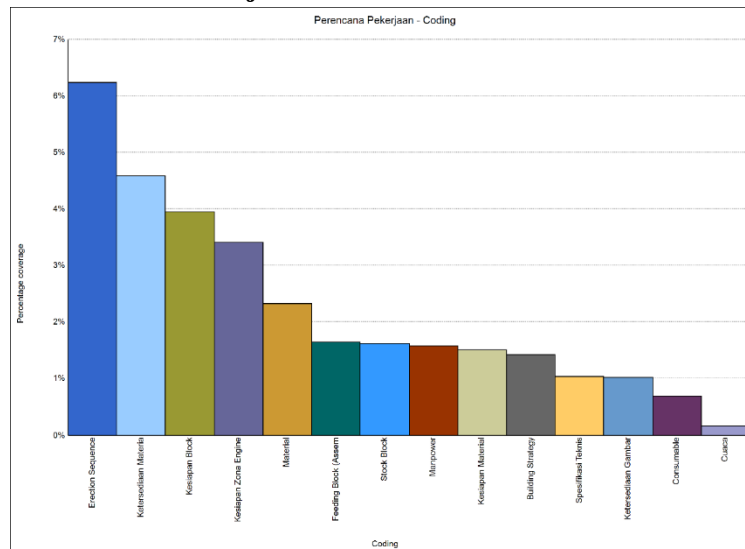
Hasil analisis data kualitatif menggunakan NVivo pada Divisi Produksi menunjukkan bahwa faktor yang paling dominan dalam memengaruhi pencapaian target waktu *launching* adalah kesiapan zona engine room, dengan persentase *coverage* tertinggi mencapai lebih dari 5%. Zona ini merupakan bagian vital dari kapal yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi, sehingga keterlambatan dalam persiapan atau pengerjaan zona ini akan secara langsung menghambat urutan zona secara keseluruhan. Faktor berikutnya yang menonjol adalah zona *sequence* itu sendiri, yang menjadi inti dari penelitian ini. Zona *sequence* yang tidak tersusun secara efisien atau mengalami perubahan mendadak dapat menyebabkan ketidaksesuaian alur kerja dan idle time yang berdampak pada keterlambatan proyek. Selanjutnya, kesiapan *block* dan feeding *block* juga menjadi perhatian utama, menunjukkan bahwa ketersediaan *block* secara fisik sangat menentukan apakah urutan zona dapat berjalan sesuai rencana. Dalam hal ini, kelancaran logistik internal dan kontrol akurasi pemasangan *block* menjadi sangat penting.

Aspek lain yang turut berpengaruh adalah kesiapan zona *after part*, sistem modular, ketersediaan gambar teknis, dan alat angkut. Keterkaitan antara seluruh elemen ini mencerminkan adanya ketergantungan kuat antar faktor produksi, yang harus dikelola dengan cermat ketika terjadi perubahan urutan zona. Bahkan meskipun aspek seperti *manpower*, *equipment*, dan *dampak perubahan* zona memiliki persentase *coverage* yang lebih rendah, tetap penting karena menunjukkan adanya potensi hambatan jika tidak diperhitungkan dalam strategi keseluruhan. Temuan ini sejalan dengan pandangan Stopford (2009) yang menekankan pentingnya strategi pembangunan modular dan urutan *assembly* dalam proyek kapal, serta didukung oleh panduan teknis dari DNV-GL (2018) yang menyebutkan bahwa setiap perubahan urutan zona harus diimbangi dengan kesiapan *block* dan sistem pendukungnya.

Oleh karena itu, berdasarkan hasil analisis coding ini dapat disimpulkan bahwa perubahan zona *sequence* memiliki dampak sistemik terhadap seluruh proses produksi kapal. Kondisi ini menggaris bawahi pentingnya perumusan standar penerapan zona *sequence* yang adaptif dan terintegrasi dengan kesiapan *block*, zona, serta sumber daya pendukung lainnya. Pendekatan ini

sangat penting untuk memastikan proyek pembangunan kapal tipe LPD Ro-Ro 7300 GT dapat mencapai target waktu *launching* yang ditetapkan secara optimal.

Hasil *Coding* dari Perencana Pekerjaan



Gambar 8. Hasil *Coding* dari Perencana Pekerjaan (Sumber: Olahan Peneliti,2025)

Berdasarkan hasil analisis coding yang dilakukan terhadap narasi Perencana Pekerjaan menggunakan perangkat lunak NVivo, didapatkan bahwa "*Zona sequence*" menempati posisi teratas sebagai fokus perhatian utama, dengan persentase *coverage* tertinggi ($\pm 6,2\%$). Hal ini menunjukkan bahwa dari sudut pandang perencanaan, urutan zona sangat krusial dalam menentukan kelancaran jalannya proyek. *Zona sequence* yang tidak sesuai dengan realisasi di lapangan atau yang mengalami perubahan mendadak dapat memicu gangguan berantai terhadap alokasi sumber daya, penjadwalan pekerjaan erection, serta kesiapan komponen pendukung lainnya. Pandangan ini sejalan dengan pemikiran Stopford (2009) yang menyatakan bahwa strategi urutan konstruksi dalam pembangunan kapal berperan langsung dalam mengurangi waktu produksi dan meningkatkan efisiensi jadwal peluncuran kapal.

Selanjutnya, ketersediaan material muncul sebagai faktor kedua yang paling signifikan. Material yang tidak datang tepat waktu atau tidak sesuai spesifikasi dapat memicu penundaan *zona sequence* dan memaksa dilakukan revisi terhadap urutan pekerjaan. Hal ini sejalan dengan Heizer dan Render (2014) dalam *Operations Management*, yang menjelaskan bahwa kelancaran aliran material sangat menentukan efektivitas jadwal produksi, terutama dalam proyek skala besar dan terintegrasi seperti pembangunan kapal.

Faktor berikutnya adalah kesiapan *block* dan kesiapan zona zona engine room, yang menekankan bahwa kelengkapan unit-unit utama kapal harus sejalan dengan rencana urutan zona. Jika suatu *block* belum siap, maka perubahan urutan zona menjadi tak terhindarkan, yang pada akhirnya berdampak pada waktu total pengerjaan. Menurut DNV-GL (2018) dalam *Shipbuilding Project Guidelines*, sinergi antara perencanaan teknis dan kesiapan fisik *block* merupakan fondasi dari strategi konstruksi modular yang efisien.

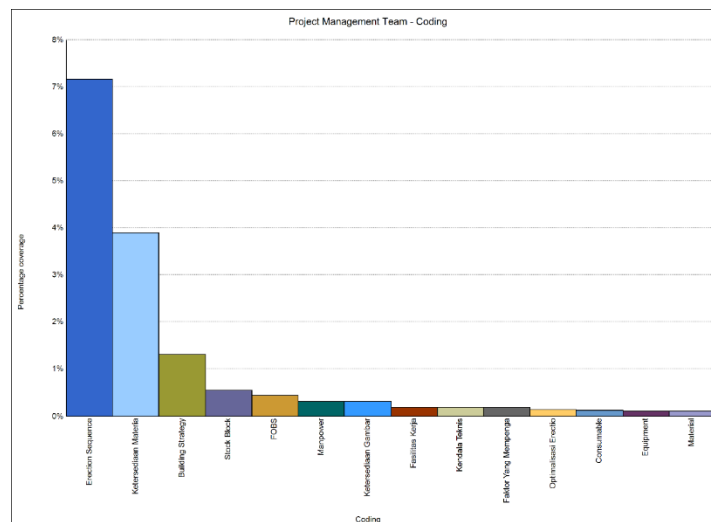
Elemen-elemen lain seperti material, *feeding block*, *stock block*, dan manpower juga tercatat memiliki *coverage* yang cukup signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa perencana mempertimbangkan dependensi antara kesiapan fisik dan alokasi tenaga kerja dengan perubahan

urutan zona. Selain itu, *building strategy*, spesifikasi teknis, dan ketersediaan gambar muncul sebagai faktor pendukung yang tidak kalah penting. Ketiga aspek ini menyumbang informasi dasar untuk menyusun zona *sequence* secara realistis dan adaptif terhadap kondisi aktual di lapangan.

Faktor seperti cuaca dan *consumable* hanya muncul dengan *coverage* kecil, hal ini tetap menunjukkan bahwa perencanaan mengidentifikasi risiko-risiko eksternal dan logistik minor sebagai bagian dari kompleksitas proyek jangka panjang.

Secara keseluruhan, hasil coding dari perencanaan pekerjaan mengonfirmasi bahwa zona *sequence* adalah poros utama perencanaan proyek, dan setiap perubahan yang terjadi harus mempertimbangkan kesiapan material, *block*, teknik zona, serta kelengkapan informasi teknis. Oleh karena itu, temuan ini memperkuat urgensi penyusunan standar penerapan zona *sequence* yang terintegrasi dengan sistem perencanaan dan pengendalian proyek, untuk memastikan pencapaian target waktu *launching* kapal dapat dicapai secara konsisten dan efisien.

Hasil Coding dari Project Management Team



Gambar 9. Hasil Coding dari Project Management Team (Sumber: Olahan Peneliti, 2025)

Hasil analisis coding dari tim manajemen proyek menunjukkan bahwa zona *sequence* merupakan fokus dominan, dengan persentase *coverage* tertinggi mencapai lebih dari 7%. Hal ini menegaskan bahwa dari perspektif manajerial, pengelolaan urutan zona merupakan faktor paling krusial yang memengaruhi keberhasilan proyek, terutama dalam kaitannya dengan pencapaian target waktu *launching*. Perubahan *sequence* yang tidak terencana dapat menyebabkan penyesuaian besar pada jadwal, sumber daya, dan strategi eksekusi proyek. Pandangan ini didukung oleh teori dalam manajemen proyek yang dikemukakan oleh PMI (Project Management Institute, 2017), yang menyatakan bahwa perubahan dalam urutan pelaksanaan pekerjaan merupakan salah satu bentuk *schedule risk* yang paling sering terjadi dalam proyek konstruksi berskala besar.

Faktor kedua yang paling menonjol adalah ketersediaan material ($\pm 4\%$). Tim manajemen menyadari bahwa *supply chain* yang tidak sinkron dengan urutan zona akan berisiko menunda tahapan-tahapan penting proyek. Hal ini selaras dengan pendapat Kerzner (2013) dalam *Project*

Selanjutnya, meskipun persentasenya jauh lebih kecil, *building strategy*, *stock block*, dan FOBS juga muncul sebagai topik yang diperhatikan. Ini menunjukkan bahwa tim manajemen turut mempertimbangkan aspek strategi *assembly* dan fleksibilitas sistem kerja dalam mengelola perubahan zona. FOBS (*Full Outfitting Block System*) menjadi sorotan kecil namun penting, karena konsep ini memungkinkan pekerjaan dilakukan lebih adaptif terhadap ketidaksiapan *block* tertentu tanpa mengganggu alur besar proyek. Dukungan atas pendekatan semacam ini dapat ditemukan dalam publikasi oleh Kuo et al. (2020) dalam *Journal of Marine Science and Engineering*, yang menyatakan bahwa fleksibilitas dalam zona *sequence* dapat mengurangi efek keterlambatan komponen kritis terhadap total durasi proyek.

Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa dari perspektif manajemen proyek, zona *sequence* dan ketersediaan material adalah kunci utama keberhasilan proyek pembangunan kapal LPD Ro-Ro 7300 GT. Setiap perubahan urutan zona memiliki potensi menimbulkan konsekuensi lintas fungsi, yang perlu diantisipasi melalui perencanaan adaptif, strategi konstruksi modular, dan integrasi sistem logistik. Dengan demikian, hasil ini memperkuat urgensi pengembangan standar penerapan zona *sequence* sebagai acuan bagi seluruh lini—produksi, perencanaan, dan manajemen—guna memastikan pencapaian target waktu *launching* secara efektif.

Word cloud



Gambar 10 Hasil Analisa *Word cloud* (Sumber: Olahan Peneliti,2025)

Kata “zona” muncul paling dominan, menegaskan bahwa topik utama diskusi dan perhatian *stakeholder* adalah pada urutan zona *block*, yaitu urutan pemasangan *block-block* kapal di dock. Istilah ini erat kaitannya dengan efisiensi proses, koordinasi antar divisi, serta pengaruh langsung terhadap ketercapaian *milestone* proyek. Dalam konteks industri galangan kapal, perubahan zona

sequence dapat menyebabkan disruptsi jadwal produksi dan overlap kerja, sebagaimana dijelaskan oleh Kuo et al. (2020) bahwa strategi zona *sequence* yang optimal dapat mengurangi total waktu produksi hingga 15–20% dalam proyek *modular shipbuilding*.

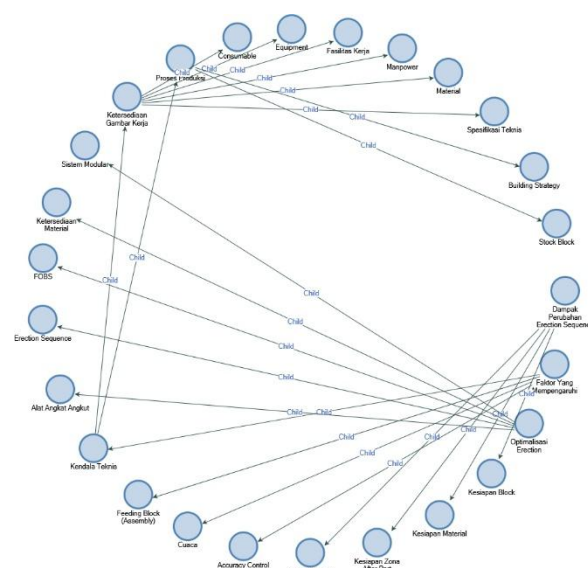
Kata “*block*”, “*equipment*”, dan “kapal” juga menonjol, mengindikasikan bahwa pelaksanaan zona sangat dipengaruhi oleh kesiapan *block*, dukungan peralatan, serta skala kompleksitas proyek kapal itu sendiri. Masalah teknis dan logistik dalam penyediaan *block* atau peralatan seperti *crane*, *forklift*, serta *support stand* menjadi salah satu penyebab keterlambatan, sebagaimana dibahas oleh Shin et al. (2015) dalam *Automation in Construction*, yang menyoroti pentingnya integrasi perencanaan logistik dan zona pada proyek berbasis modular.

Kemunculan kata “*loading*”, “*launching*”, dan “keterlambatan” menggambarkan keterkaitan langsung antara zona *sequence* dengan proses akhir menuju *launching* kapal. Perubahan atau kesalahan dalam urutan zona menyebabkan *rework*, *idle time*, dan potensi penundaan *launching*, sebagaimana dikemukakan dalam studi oleh Zhang et al. (2018) dalam *Journal of Ship Production and Design*, yang menyatakan bahwa penjadwalan zona yang buruk menyumbang hingga 30% dari total penyebab keterlambatan proyek kapal.

Selain itu, kata seperti “perubahan”, “urutan”, “proses”, dan “pembangunan” mempertegas bahwa fokus utama kajian ini adalah dampak perubahan urutan terhadap keseluruhan proses konstruksi kapal, mulai dari pengadaan, persiapan, hingga pelaksanaan zona di lapangan. Aspek ini sejalan dengan prinsip *lean shipbuilding* yang menekankan pentingnya aliran proses tanpa hambatan (*non-value-added time*), sebagaimana dijelaskan oleh Ko et al. (2011).

Word cloud ini memperkuat hipotesis bahwa zona *sequence* adalah faktor paling kritikal dalam menentukan kelancaran proyek pembangunan kapal. Ini didukung oleh frekuensi tinggi kemunculan istilah terkait seperti *block*, proses, keterlambatan, dan *launching*. Oleh karena itu, penting untuk merancang *sequence* yang fleksibel namun terstruktur, dengan mempertimbangkan kesiapan *block*, peralatan, dan potensi perubahan lapangan. Penelitian ini mendorong perlunya standarisasi *sequence* zona yang dapat digunakan lintas proyek sebagai panduan kerja strategis.

Hubungan Interkoneksi antar Nodes



Gambar 11 *Project map* (Sumber: Olahan Peneliti, 2025)

Project map ini menggambarkan keterkaitan antar elemen utama dalam sistem zona *sequence*, dengan memusatkan hubungan antara tiga topik besar: *Faktor yang Mempengaruhi*, *Optimalisasi Zona*, dan *Dampak Perubahan Zona sequence*. Node “Faktor yang Mempengaruhi” memiliki koneksi langsung dengan beberapa sub-elemen kunci seperti “Kendala Teknis” dan “Feeding Block (Assembly)”. Di bawah “Kendala Teknis”, terdapat simpul penting seperti “Ketersediaan Gambar Kerja”, yang menjadi akar permasalahan dalam kesiapan produksi, serta “Cuaca” dan “Accuracy Control” yang berpengaruh terhadap ketepatan pemasangan *block*.

Simpul “Proses Produksi” memiliki keterhubungan luas yang mencakup lima subfaktor, yaitu: *Consumable*, *Equipment*, *Fasilitas Kerja*, *Manpower*, dan *Material*. Semua elemen ini saling mendukung keberhasilan produksi *block* sebelum zona. Selain itu, *Spesifikasi Teknis*, *Building strategy*, dan *Stock Block* juga berperan dalam mendefinisikan urutan zona serta kompatibilitas antar bagian.

Selanjutnya, simpul “Optimalisasi Zona” terhubung dengan enam simpul lainnya: *Zona sequence*, *Ketersediaan Material*, *Sistem Modular*, *FOBS*, *Alat Angkat Angkut*, dan kembali ke *Kendala Teknis*. Ini menunjukkan bahwa strategi optimalisasi harus mempertimbangkan integrasi antara pendekatan modular (misalnya FOBS) dan kesiapan material serta alat, agar zona berjalan efisien dan minim gangguan.

Terakhir, simpul “Dampak Perubahan Zona *sequence*” memiliki relasi ke node seperti *Kesiapan Block*, *Kesiapan Zona Engine room*, *Kesiapan Zona After Part*, dan *Kesiapan Material*. Ini mengindikasikan bahwa perubahan urutan zona berdampak langsung terhadap kesiapan fisik area kerja, serta ketersediaan komponen yang dibutuhkan.

Secara keseluruhan, project map ini menyampaikan bahwa terdapat ketergantungan multidimensi antar faktor teknis, perencanaan produksi, dan kesiapan lapangan, yang apabila tidak terkoordinasi dengan baik akan memicu perubahan zona *sequence* dan menurunkan efisiensi proyek. Temuan ini konsisten dengan studi Zhang et al. (2018) dan Kuo et al. (2020), yang menekankan pentingnya sinkronisasi lintas divisi dalam proyek pembangunan kapal untuk menghindari rescheduling zona dan pemborosan waktu produksi.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Efisiensi zona *sequence* dipengaruhi oleh kombinasi faktor teknis dan manajerial. Dari sisi teknis, aspek seperti ketepatan dimensi *block*, kesiapan alat angkut, dan kondisi cuaca sangat menentukan kelancaran proses zona. Sementara itu, dari sisi manajerial, strategi modularisasi, koordinasi lintas divisi, serta kemampuan pengambilan keputusan adaptif berperan besar dalam merespons dinamika lapangan.
2. Perubahan zona *sequence* dapat berdampak negatif terhadap waktu penyelesaian proyek bila dilakukan tanpa koordinasi matang, terutama terkait kesiapan area instalasi peralatan utama. Namun, jika dilakukan secara strategis—dengan mengutamakan *block* teknis prioritas dan menerapkan metode kerja paralel—maka perubahan *sequence* justru bisa meningkatkan efisiensi waktu. Hal ini sejalan dengan temuan dari Han et al. (2017) dan Lee & Park (2020), yang menekankan pentingnya *dynamic sequencing* dalam mempercepat lead time produksi.

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan agar studi mengenai zona *sequence* dikembangkan lebih lanjut dengan pendekatan kuantitatif, seperti simulasi Discrete Event Simulation (DES) atau sistem model berbasis BIM 4D, untuk memprediksi dampak perubahan

urutan terhadap durasi dan biaya proyek secara lebih akurat. Penelitian lanjutan juga dapat memasukkan faktor-faktor eksternal seperti ketersediaan tenaga kerja, efektivitas alat angkat, dan pengaruh layout galangan terhadap efisiensi zona. Selain itu, perlu dilakukan pengkajian terhadap integrasi perencanaan zona dengan tahapan *outfitting* dan instalasi permesinan, guna mengevaluasi potensi optimalisasi lintas proses. Pengembangan sistem pendukung keputusan berbasis data historis dari proyek-proyek sebelumnya juga dapat menjadi kontribusi praktis bagi perencanaan proyek di masa mendatang.

REFERENSI

- Kuo, C., 2007. *Managing Ship Safety*. London: Taylor & Francis.
- Papanikolaou, A., 2014. *Ship Design: Methodologies of Preliminary Design*. Switzerland: Springer.
- Watson, D. & Gilfillan, A.W., 1997. *Ship Design for Efficiency and Economy*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Eyres, D. J. (2012). *Ship Construction* (7th ed.). Butterworth-Heinemann.
- BaLPD Ro-roh, I., Ariana, I. M., & Dinariyana, A. A. B. (2022). Risk Evaluation Concept of *Engine room* Module Installation on *Modular construction* Shipbuilding. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1081(1), 012058. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1081/1/012058>
- Rubeša, R., Fafandjel, N., & Kolić, D. (2011). Procedure for Estimating the Effectiveness of Ship Modular *Outfitting*. *Brodogradnja: Teorija i praksa brodogradnje i pomorske tehnike*, 62(1), 45–52. <https://www.researchgate.net/publication/279445468>
- Wang, M., Li, Y., & Zhang, H. (2024). Research on *Assembly* Sequence Planning of Large Cruise Ship Cabins Based on Genetic Greedy Combination Algorithm. *Applied Sciences*, 15(8), 4406. <https://doi.org/10.3390/app15084406>
- Varghese, R. & Yoon, D.Y., 2006. Shipbuilding Zona Network Optimization: A TSP Method. *International Journal of Ship Production and Design*, 22(3), pp.145-160.
- Jiang, R., Tan, J.H. & Liu, C.G., 2008. Production Balance of Ship Zona. *Journal of Marine Science and Technology*, 19(2), pp.89-101.
- Lee, J.K., Lee, K.J., Park, H.K., Hong, J.S. & Lee, J.S., 1997. Developing Scheduling Systems for Daewoo Shipbuilding: DAS Project. *Naval Engineering Journal*, 30(4), pp.225-240.
- Shen, H., Jeong, Y.K., Nam, S.J., Kim, B.K. & Shin, J.G., 2017. A Hierarchical Simulation Model for Workload Analysis of Ship *BlockZona* Process. *Journal of Ocean Engineering and Technology*, 51(1), pp.55-70.
- Dharma, A.A., 2012. Perencanaan Jaringan Kerja pada Zona*Block* Kapal untuk Meningkatkan Efisiensi Waktu Penyelesaian. *Jurnal Teknologi Maritim*, 27(2), pp.123-138.
- Ersaputra, T.F., Amiruddin, W. & Santosa, A.W., 2023. Analisa Penjadwalan Proyek Pembangunan Kapal Wisata Glass Bottom Trimaran pada Konstruksi Hull dengan PDM dan PERT. *Jurnal Teknik Perkapalan Indonesia*, 40(3), pp.189-203.
- Masirawan, Susilo, T. & Kurniawan, E., 2020. Rancang Bangun dan Analisa Alat Bantu Zona*Block* Kapal Menggunakan Thrust Ball Bearing. *Jurnal Rekayasa Teknik Mesin*, 35(4), pp.112-127.

- Khristyson, S.F. & Leksono, S., 2020. Analisa *Joint* Zona Konstruksi Baja *Block* B05 & B07 Kapal Patroli Polisi dengan Mobile Crane 72.000 Ton. *Journal of Structural Engineering and Maritime Technology*, 29(1), pp.98-113.
- Fauzi, A., 2018. Optimasi Alokasi Tenaga Kerja pada Proses Zona *Block* Kapal dengan Metode Simulation-Based Scheduling (SBS). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Produksi*, 31(2), pp.77-91.
- Kurniawan, D., 2019. Evaluasi Efisiensi Jaringan Kerja Zona Kapal Menggunakan Metode Monte Carlo Simulation. *Jurnal Teknik Industri Maritim*, 26(3), pp.140-155.
- Adhikari, P.K., 2015. Optimization of Shipbuilding Production Scheduling using Genetic Algorithm. Ph.D. Thesis. Massachusetts Institute of Technology.
- Wijaya, H., 2018. Analisis Efisiensi Zona *sequence* pada Proyek Pembangunan Kapal LPD Roro 7300 GT. Tesis Magister. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Sugiharto, B., 2016. Evaluasi dan Perbaikan Metode Zona *sequence* dalam Produksi Kapal Niaga. Laporan Penelitian. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Lloyd's Register, 2022. Shipbuilding Trends and Future Challenges. [online] Available at: <https://www.lr.org/en/insights/articles/shipbuilding-trends-2022> [Accessed 30 January 2025].
- IMO (International Maritime Organization), 2023. Ship Construction Standards. [online] Available at: <https://www.imo.org/en/ShipConstruction> [Accessed 30 January 2025].
- Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering, 2021. Smart Shipbuilding and Advanced Scheduling. [online] Available at: <https://www.dsme.co.kr/smartshipbuilding> [Accessed 30 January 2025].
- Fahrul, T. (2014). *Assembly & Zona*. Diakses dari: <https://tellyfahrul.blogspot.com/2014/06/assembly-zona.html>
- Solehudin, M. (2015). *Joint Zona Modularity System*. Diakses dari: https://www.academia.edu/24939991/Joint_Zona_Modularity_System
- Inameq. (2020). *Kebijakan dan Review Pembangunan Kapal Baru*. Diakses dari: <https://inameq.com/maritime-news/kebijakan-dan-review-pembangunan-kapal-baru/>