

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pelabuhan memiliki peran strategis sebagai simpul transportasi yang menghubungkan wilayah kepulauan serta mendukung mobilitas penumpang dan distribusi logistik. Dalam sistem operasional pelabuhan, terminal penumpang menjadi salah satu fasilitas utama yang berfungsi melayani aktivitas keberangkatan dan kedatangan pengguna. Oleh karena itu, tata ruang terminal perlu dirancang secara efektif agar mampu mendukung kapasitas pengguna, kenyamanan ruang, serta efisiensi sirkulasi penumpang. Perencanaan ruang pada terminal penumpang yang tidak sesuai dengan kapasitas pengguna dapat menyebabkan kepadatan pada area kritis seperti ruang tunggu dan area pemeriksaan penumpang sehingga memengaruhi kualitas pelayanan terminal (Fierek et al., 2020). Terminal Penumpang Pelabuhan Donggala merupakan salah satu fasilitas transportasi laut yang berada di Kelurahan Kabonga Kecil, Kecamatan Banawa, Kabupaten Donggala, Provinsi Sulawesi Tengah. Terminal ini termasuk dalam program rehabilitasi dan rekonstruksi pascabencana melalui paket *Emergency Assistance Rehabilitation and Reconstruction* yang tertuang dalam dokumen Detail Engineering Design (DED). Berdasarkan dokumen DED, bangunan terminal dirancang sebagai bangunan dua lantai yang terdiri atas berbagai fungsi ruang seperti *departure hall*, *arrival hall*, *departure waiting room*, area *check-in*, *ticket booth*, *security check*, serta fasilitas pendukung seperti mushola, ruang kesehatan, ruang operasional, dan area komersial berupa tenant dan kafetaria. Pada lantai dua terdapat ruang tunggu keberangkatan serta beberapa fasilitas publik tambahan yang menunjukkan adanya pembagian fungsi ruang secara vertikal. Meskipun demikian, berdasarkan analisis terhadap dokumen DED, tata ruang terminal masih menunjukkan beberapa potensi permasalahan, terutama pada distribusi kapasitas ruang dan pola sirkulasi penumpang. Ruang tunggu keberangkatan (*departure waiting room*) memiliki luas sekitar $\pm 240 \text{ m}^2$, sedangkan area *departure hall* mencapai $\pm 615 \text{ m}^2$, sehingga menunjukkan adanya distribusi ruang yang belum proporsional antara ruang dengan intensitas aktivitas tinggi dan ruang pendukung lainnya. Kondisi ini berpotensi menyebabkan kepadatan penumpang pada area ruang tunggu serta menurunkan kenyamanan pengguna saat terjadi peningkatan jumlah penumpang pada waktu operasional tertentu. Selain permasalahan kapasitas ruang, pola sirkulasi penumpang pada terminal juga masih berpotensi menimbulkan *bypassing circulation*. Berdasarkan konfigurasi tata ruang pada dokumen DED, penumpang memiliki kemungkinan untuk langsung menuju area ruang tunggu tanpa melewati urutan pelayanan yang seharusnya

seperti area *check-in* dan pemeriksaan keamanan. Potensi *bypassing circulation* tersebut tidak hanya terjadi pada lantai dasar, tetapi juga pada area lantai dua yang difungsikan sebagai ruang tunggu keberangkatan dan area publik tambahan. Penempatan area *security check*, *security center*, serta pusat informasi dinilai belum mampu membentuk kontrol sirkulasi yang jelas terhadap pergerakan pengguna di dalam terminal. Selain itu, hubungan antar ruang pada bangunan terminal juga belum sepenuhnya terorganisir secara optimal sehingga berpotensi menimbulkan konflik sirkulasi antara penumpang keberangkatan dan kedatangan. Permasalahan tata ruang dan sirkulasi pada bangunan transportasi publik saat ini mulai banyak ditangani melalui pendekatan digital berbasis Building Information Modeling (BIM). Penerapan BIM mampu membantu proses evaluasi bangunan eksisting, integrasi data spasial, serta simulasi desain secara lebih efisien dan terkoordinasi (Volk et al., 2014). Selain itu, perkembangan *parametric design* menunjukkan bahwa pendekatan berbasis parameter mampu mendukung proses eksplorasi alternatif tata ruang secara lebih sistematis, cepat, dan adaptif terhadap kebutuhan pengguna (Braun et al., 2020). Dalam perkembangan arsitektur digital, penggunaan Dynamo yang terintegrasi dengan Autodesk Revit memungkinkan proses pengolahan parameter seperti kebutuhan luas ruang, kapasitas pengguna, hubungan antar ruang, serta pola sirkulasi dilakukan secara lebih terukur. Pendekatan ini memungkinkan proses evaluasi dan optimalisasi *layout* dilakukan secara lebih fleksibel sehingga menghasilkan konfigurasi ruang yang lebih efektif dan efisien. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi tata ruang eksisting Terminal Penumpang Pelabuhan Donggala berdasarkan dokumen DED serta mengoptimalkan *relayout* ruang melalui pendekatan *parametric design* berbasis Building Information Modeling (BIM) menggunakan Dynamo. Penelitian ini difokuskan pada optimalisasi kapasitas ruang, pengurangan potensi *bypassing circulation*, serta peningkatan efisiensi hubungan antar ruang sehingga diharapkan mampu menghasilkan tata ruang terminal yang lebih efektif, efisien, dan nyaman bagi pengguna.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana penerapan pendekatan parametric design berbasis Building Information Modeling (BIM) menggunakan Dynamo dalam menghasilkan *relayout* tata ruang Terminal Penumpang Pelabuhan Donggala yang lebih optimal dengan mempertimbangkan kapasitas ruang, hubungan antar ruang, dan efisiensi sirkulasi penumpang?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menerapkan *parametric design* berbasis Building Information Modeling (BIM) menggunakan Dynamo untuk menghasilkan *relayout* tata ruang Terminal Penumpang Pelabuhan Donggala yang lebih optimal, efisien, dan nyaman sesuai kapasitas, kebutuhan ruang, hubungan antar ruang, serta pola sirkulasi penumpang..

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu arsitektur, khususnya pada bidang parametric design dan Building Information Modeling (BIM) dalam proses perancangan bangunan. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memperkaya kajian mengenai pengendalian akustik dalam bangunan terminal melalui pendekatan desain berbasis parameter. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan integrasi teknologi digital dalam arsitektur.

1.4.2 Manfaat Praktis

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam perancangan bangunan terminal transportasi yang lebih memperhatikan aspek kenyamanan akustik pengguna. Selain itu, penerapan parametric design berbasis BIM menggunakan Dynamo diharapkan dapat membantu perancang dalam menghasilkan desain yang lebih efisien, adaptif, dan responsif terhadap berbagai kebutuhan performa bangunan.

1.5 Batasan Lingkup penelitian

Agar penelitian dan perancangan lebih terarah, maka batasan lingkup dalam penelitian ini dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada penerapan parametric design berbasis Building Information Modeling (BIM) menggunakan Dynamo dan Autodesk Revit sebagai alat bantu dalam proses evaluasi dan optimalisasi tata ruang bangunan.
2. Objek penelitian difokuskan pada Terminal Penumpang Pelabuhan Donggala berdasarkan dokumen Detail Engineering Design (DED) yang digunakan sebagai dasar analisis kondisi eksisting bangunan.
3. Pembahasan penelitian difokuskan pada optimalisasi *relayout* tata ruang terminal yang

mencakup distribusi kapasitas ruang, hubungan antar ruang (*adjacency*), pola sirkulasi penumpang, serta pengurangan potensi *bypassing circulation*.

4. Proses optimalisasi dilakukan melalui pendekatan parametrik dengan mempertimbangkan parameter kebutuhan luas ruang, kapasitas pengguna, hubungan fungsi ruang, dan pola sirkulasi penumpang berdasarkan kondisi eksisting terminal.
5. Penelitian tidak membahas secara mendalam aspek teknis lain seperti perhitungan struktur bangunan, utilitas bangunan, analisis biaya konstruksi (RAB), analisis energi bangunan, maupun manajemen pelaksanaan proyek.
6. Data penelitian diperoleh dari dokumen Detail Engineering Design (DED), standar kebutuhan ruang terminal penumpang, regulasi terkait, serta literatur yang relevan mengenai BIM, parametric design, dan Dynamo. Penerapan *parametric design* dibatasi pada proses optimalisasi *relayout* tata ruang Terminal Penumpang Pelabuhan Donggala, yang mencakup pengaturan ulang zonasi ruang, hubungan antar ruang, pola sirkulasi penumpang, serta penyesuaian kapasitas ruang berdasarkan kebutuhan pengguna melalui pendekatan BIM menggunakan Dynamo.

1.6 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan desain komputasional untuk mengevaluasi kondisi tata ruang eksisting dan menghasilkan optimalisasi *relayout* desain pada Terminal Penumpang Pelabuhan Donggala. Pendekatan kuantitatif digunakan karena penelitian memanfaatkan data numerik berupa luasan ruang, kapasitas ruang, kebutuhan ruang, serta hubungan antar ruang sebagai dasar dalam proses evaluasi dan optimasi tata ruang terminal. Sementara itu, pendekatan desain komputasional diterapkan melalui penggunaan Building Information Modeling (BIM) dan *parametric workflow* untuk menghasilkan konfigurasi tata ruang yang lebih efektif dan efisien.

1. Pengumpulan Data

Tahap awal dilakukan dengan mengumpulkan data penelitian yang bersumber dari dokumen Detail Engineering Design (DED) Terminal Penumpang Pelabuhan Donggala yang disediakan oleh PT Witteveen Bos. Data tersebut meliputi denah bangunan, pembagian fungsi ruang, luasan ruang, serta informasi tata ruang eksisting bangunan terminal. Selain itu, digunakan pula standar kebutuhan ruang terminal penumpang, regulasi terkait, serta literatur yang relevan mengenai BIM, *parametric design*, dan Dynamo sebagai data pendukung penelitian.

2. Analisis Kondisi Eksisting

Tahap ini dilakukan dengan menganalisis kondisi tata ruang eksisting berdasarkan dokumen DED, meliputi distribusi ruang, kapasitas ruang, hubungan antar ruang (*adjacency*), serta pola sirkulasi penumpang. Analisis dilakukan dengan membandingkan kondisi eksisting dengan standar kebutuhan ruang terminal penumpang untuk mengidentifikasi potensi permasalahan seperti ketidaksesuaian kapasitas ruang, distribusi ruang yang belum proporsional, serta potensi *bypassing circulation*.

3. Pemodelan Bangunan Eksisting

Kondisi bangunan eksisting kemudian dimodelkan secara digital menggunakan Autodesk Revit berdasarkan dokumen DED. Pemodelan ini dilakukan untuk merepresentasikan kondisi bangunan terminal secara tiga dimensi serta mempermudah proses identifikasi batas ruang, hubungan ruang, dan pengembangan parameter desain dalam proses optimasi.

4. Penentuan Parameter Desain

Tahap ini dilakukan dengan menentukan parameter desain yang digunakan dalam proses optimasi tata ruang. Parameter tersebut meliputi kebutuhan luas ruang, kapasitas pengguna, hubungan antar ruang, pola sirkulasi penumpang, serta batas bangunan eksisting. Parameter ini digunakan sebagai dasar dalam proses pengembangan *relayout* ruang menggunakan pendekatan parametrik.

5. Optimalisasi dan Pengembangan Relayout Desain

Tahap akhir dilakukan melalui pengembangan algoritma parametrik menggunakan Dynamo yang terintegrasi dengan Autodesk Revit. Proses ini dilakukan untuk menghasilkan relayout tata ruang terminal yang lebih optimal berdasarkan distribusi kapasitas ruang, hubungan antar ruang, serta efisiensi pola sirkulasi penumpang sehingga menghasilkan tata ruang yang lebih efektif, efisien, dan nyaman bagi pengguna terminal.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini disusun untuk mempermudah pembahasan serta memberikan alur penelitian yang terstruktur. Adapun sistematika penulisan dalam penelitian ini terdiri atas enam bab, yaitu sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat

penelitian, batasan lingkup penelitian, metode penelitian, serta sistematika penulisan. Pada bab ini dijelaskan mengenai permasalahan tata ruang Terminal Penumpang Pelabuhan Donggala serta pentingnya penerapan *parametric design* berbasis Building Information Modeling (BIM) menggunakan Dynamo dalam proses optimalisasi *relayout* tata ruang terminal.

2. Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas teori dan literatur yang berkaitan dengan penelitian, meliputi terminal penumpang pelabuhan dan kebutuhan operasional ruang, spatial performance criteria pada terminal penumpang yang mencakup organisasi ruang, hubungan antar ruang, sirkulasi penumpang, serta standar kapasitas dan kebutuhan ruang. Selain itu, bab ini juga membahas Building Information Modeling (BIM), parametric design dalam optimasi tata ruang, integrasi Dynamo dengan Autodesk Revit, serta penelitian terdahulu yang relevan sebagai dasar pengembangan penelitian.

3. Bab III Gambaran Umum Objek Penelitian

Bab ini berisi gambaran umum objek penelitian yang meliputi lokasi penelitian, data bangunan eksisting berdasarkan dokumen Detail Engineering Design (DED), pembagian fungsi ruang, data luasan ruang, serta kondisi tata ruang eksisting terminal. Pada bab ini juga dibahas identifikasi permasalahan eksisting dan parameter desain yang digunakan sebagai dasar dalam proses optimalisasi *relayout* tata ruang terminal.

4. Bab IV Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan, mulai dari kerangka alur penelitian, pengumpulan data, analisis kondisi eksisting, pemodelan bangunan eksisting menggunakan Autodesk Revit, identifikasi parameter desain, hingga pengembangan algoritma parametrik menggunakan Dynamo. Selain itu, pada bab ini dijelaskan proses *room boundary generation*, *space allocation*, *adjacency configuration*, dan *circulation configuration* dalam proses optimasi tata ruang terminal.

5. Bab V Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi hasil implementasi desain dan pembahasan mengenai proses optimalisasi *relayout* tata ruang terminal penumpang. Pembahasan meliputi kondisi eksisting bangunan, hasil redesain tata ruang, perubahan distribusi ruang, pola sirkulasi penumpang, serta evaluasi hasil optimasi berdasarkan kapasitas ruang, hubungan antar ruang, dan efisiensi sirkulasi terminal.

6. Bab VI Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat digunakan sebagai pengembangan penelitian selanjutnya terkait optimalisasi tata ruang terminal menggunakan pendekatan BIM dan *parametric design*.