

Desain Sistem Perhitungan Emisi Karbon Bahan Bangunan

*Rahmat Suranto, Rudi Waluyo & Subrata Aditama Kittie Aidon Uda

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya

*)rahmatsuranto10@gmail.com

Received: 26 Maret 2023, Revised: 17 Juni 2023, Accepted: 20 Juni 2023

Abstract

Building materials through the production process are materials that produce carbon emissions that can cause global warming and have a very wide impact to affect life on Earth. Regulations on greenhouse gas control towards low-carbon development were created in order to more accurately measure greenhouse gas emissions. The development of information technology that occurs in the current era allows information technology users to complete information technology-related tasks more easily. Manual calculation of carbon emissions takes more time. The more building materials are used, the more calculations are made, so the human error rate is very high. This study aims to design a system of calculation of carbon emissions of building materials. System design is designed using Unified Modeling Language method to describe the interaction of actors with the system consisting of Use Case diagrams, Activity diagrams, Data Flow Diagrams and Entity Relationship diagrams. There are two actors in the design of this system, namely admin and user who perform different functions to the system. The design of carbon emission calculation system of building materials produced is designed using modeling: Use Case Diagram, Activity Diagram, Data Flow Diagram (DFD). the Entity Relationship Diagram (ERD). There are two actors in the design of this system, namely admin and user who perform different functions to the system. Administrator or admin is someone who is responsible for managing, maintaining and operating a system, while the user is the user of a system.

Keywords: Building material, Carbon Emission, Technology, System Design, Unified Modeling, Language.

Abstrak

Bahan bangunan yang melalui proses produksi merupakan bahan yang menghasilkan emisi karbon yang dapat menimbulkan pemanasan global dan memberikan dampak yang sangat luas hingga mempengaruhi kehidupan di bumi. Peraturan mengenai pengendalian gas rumah kaca menuju pembangunan rendah karbon dibuat agar dapat mengukur emisi gas rumah kaca dengan lebih tepat. Perkembangan teknologi informasi yang terjadi pada era saat ini memungkinkan pengguna teknologi informasi untuk menyelesaikan tugas-tugas terkait teknologi informasi dengan lebih mudah. Perhitungan emisi karbon secara manual membutuhkan lebih banyak waktu. Semakin banyak bahan bangunan yang digunakan, maka semakin banyak perhitungan yang dilakukan, sehingga tingkat kesalahan manusia menjadi sangat tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk membuat desain sistem perhitungan emisi karbon bahan bangunan. Desain sistem dirancang dengan menggunakan metode Unified Modeling Language untuk menggambarkan interaksi aktor dengan sistem yang terdiri dari Use Case Diagram, Activity Diagram, Data Flow Diagram dan Entity Relationship Diagram. Terdapat dua aktor dalam desain sistem ini, yakni admin dan user yang menjalankan fungsi berbeda terhadap sistem. Hasil desain sistem perhitungan emisi karbon bahan bangunan yang dihasilkan dirancang menggunakan pemodelan: Use Case Diagram, Activity Diagram, Data Flow Diagram (DFD). dan Entity Relationship Diagram (ERD). Terdapat dua aktor dalam desain sistem ini, yakni admin dan user yang menjalankan fungsi berbeda terhadap sistem. Administrator atau admin adalah seseorang yang bertanggung jawab dalam mengelola, memelihara dan mengoperasikan suatu sistem, sedangkan user adalah pengguna dari sebuah sistem tersebut.

Kata kunci: Bahan Bangunan, Emisi Karbon, Teknologi, Desain Sistem, Unified Modeling Language

Pendahuluan

Bahan bangunan adalah bahan yang dipakai untuk membuat barang bangunan atau bahan yang memberikan sifat-sifat tertentu di dalam Teknik bangunan, dalam arti yang luas (T. & Pertiwi, 2018). Benhelal, *et al.*, (2013) menyatakan bahwa selama proses produksi material bangunan, di antaranya: pengambilan bahan mentah, ekstraksi, produksi, transportasi, konstruksi, hingga penghancuran, akan mengkonsumsi energi sekaligus menghasilkan emisi CO₂. Industri semen diketahui dapat menghasilkan emisi yang tinggi ke lingkungan, hampir 5-7% total emisi CO₂ dihasilkan dari pabrik pembuatan semen. Sektor material besi dan baja mengemisikan 11% CO₂ selama proses produksinya. Lebih dari 5% generator listrik digunakan untuk memproduksi aluminium. Industri di bidang konstruksi tersebut dapat menimbulkan pemanasan global yang merupakan dampak dari rumah kaca. Pemanasan global memberikan dampak yang luas dan sangat mempengaruhi kehidupan bagi manusia, hewan dan tumbuhan di bumi. Beberapa dampak dari pemanasan global, antara lain: perubahan iklim, kenaikan permukaan laut, mencairnya lapisan gletser yang ada di gunung, pencemaran sumber air tawar, dan lain sebagainya (Abidin, 2021).

Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 98 tahun 2021 tentang Instrumen Pengendalian Gas Rumah Kaca Nasional Menuju Pembangunan Rendah Karbon (Peraturan Presiden Republik Indonesia, 2021) yang dibuat agar dapat mengukur emisi gas rumah kaca dengan lebih tepat. Peraturan Presiden tersebut mendorong pihak pemilik maupun kontraktor dari suatu proyek konstruksi untuk meminimalisasi emisi karbon pada sektor pembangunan. Putri *et al.*, (2023) menyatakan peran yang dimiliki industri konstruksi ini sangat penting di banyak negara, terutama di negara yang sedang berkembang seperti Indonesia.

Perkembangan teknologi informasi yang terjadi pada era saat ini memungkinkan pengguna teknologi informasi untuk menyelesaikan tugas-tugas terkait teknologi informasi dengan lebih mudah. Salah satunya adalah penggunaan sistem komputerisasi yang digunakan untuk mendukung kebutuhan proses kerja serta mempermudah dan mempercepat penyelesaian pekerjaan. Dengan cara ini, sistem dapat membantu pihak dalam mengubah laporan yang sebelumnya manual menjadi sistem yang efisien.

Proses Pengolahan data apabila data yang akan diolah cukup banyak dan pengolahan data dilakukan secara berkala dan masih secara manual tentunya harus diselesaikan dengan tepat waktu dan dapat memakan

banyak tenaga. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode pengolahan data yang sederhana dan cepat tanpa melupakan keakuratan dan ketepatan hasil pengolahan data.

Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan Waluyo, *et al.*, (2022), Uda, *et al.*, (2021) dan Irahadi, *et al.*, (2020) perhitungan emisi karbon pada suatu bahan bangunan dihitung secara manual dengan menggunakan pendekatan kuantitatif yaitu volume bahan bangunan dikalikan dengan jumlah karbon dalam bahan bangunan. Perhitungan emisi karbon secara manual tentunya memerlukan waktu yang lebih lama. Semakin banyak bahan bangunan yang digunakan maka semakin banyak perhitungan yang dilakukan sehingga faktor kesalahan manusia (*human error*) menjadi sangat tinggi.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan membuat desain sistem Perhitungan emisi karbon bahan bangunan dengan manfaat untuk memperkecil *human error* dan mempersingkat waktu perhitungan emisi karbon bahan bangunan tanpa melupakan keakuratan dan ketepatan hasil pengolahan data. Desain sistem ini akan dirancang dengan menggunakan *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Data Flow Diagram* (DFD). dan *Entity Relationship Diagram* (ERD).

Metode

Penelitian ini dilakukan pada bulan September-November 2022 dengan lokasi penelitian yaitu pada Laboratorium Komputasi Sipil, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data sekunder dan data primer. Data sekunder meliputi: literatur-literatur berupa jurnal, penelitian terdahulu, dan buku terkait. Sedangkan data primer yaitu wawancara dengan ahli emisi karbon.

Metode yang digunakan dalam penelitian perancangan sistem ini yaitu menggunakan metode UML (*Unified Modeling Language*) untuk menggambarkan interaksi aktor dengan sistem.

Menurut Maharani dan Aman (2017) UML (*Unified Modeling Language*) adalah sebuah bahasa yang berdasarkan grafik/gambar untuk memvisualisasi, menspesifikasikan, membangun dan pendokumentasi dari sebuah sistem pengembangan software berbasis OO (*ObjectOriented*). UML tidak hanya merupakan sebuah bahasa pemrograman visual saja, namun juga dapat secara langsung dihubungkan ke berbagai bahasa pemrograman, seperti JAVA, C++, Visual Basic, atau bahkan dihubungkan secara langsung kedalam sebuah object-oriented database.

UML terdiri atas banyak elemen-elemen grafis yang digabungkan membentuk diagram. Tujuan representasi elemen-elemen grafis ke dalam diagram adalah untuk menyajikan beragam sudut pandang dari sebuah sistem berdasarkan fungsi masing-masing diagram tersebut (Utomo, 2013).

Pada penyusunan desain system perhitungan emisi karbon memiliki beberapa komponen yaitu :

1. *Use Diagram* (gambaran interaksi)
2. *Activity Diagram* (gambaran alur aktivitas),
3. *Data Flow Diagram* atau DFD (gambaran yang berfokus pada data yang di input)

Entity Relationship Diagram atau ERD (menjelaskan hubungan antara data dan basis data). Dalam pembuatan desain sistem ini dirancang dengan menentukan kelompok bagian struktur bangunan, kelompok Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP), jenis bahan yang digunakan termasuk nilai inventori karbon, dan volume bahan bangunan tersebut.

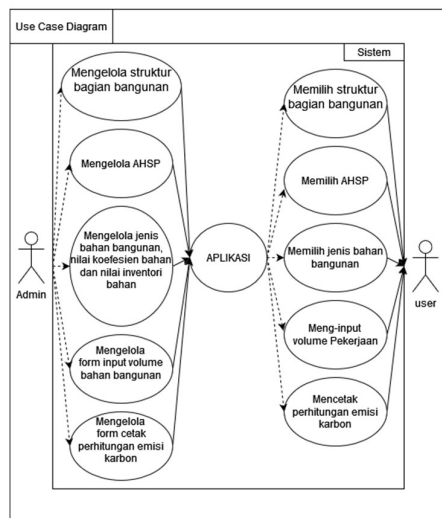
Hasil dan Pembahasan

Pada sistem ini, terdapat dua aktor pengguna, yakni *admin* dan *user* yang menjalankan fungsi berbeda terhadap sistem. *Administrator* atau *admin* adalah seseorang yang bertanggung jawab dalam mengelola, memelihara dan mengoperasikan suatu sistem, sedangkan *user* adalah pengguna dari sebuah sistem tersebut.

Berikut adalah desain sistem UML yang digunakan:

Use Case Diagram

Use case diagram merupakan Langkah pertama dalam pemodelan yang dibutuhkan dalam sebuah sistem untuk menggambarkan aksi aktor dalam menjalankan fungsi-fungsi yang dapat diterima sistem.

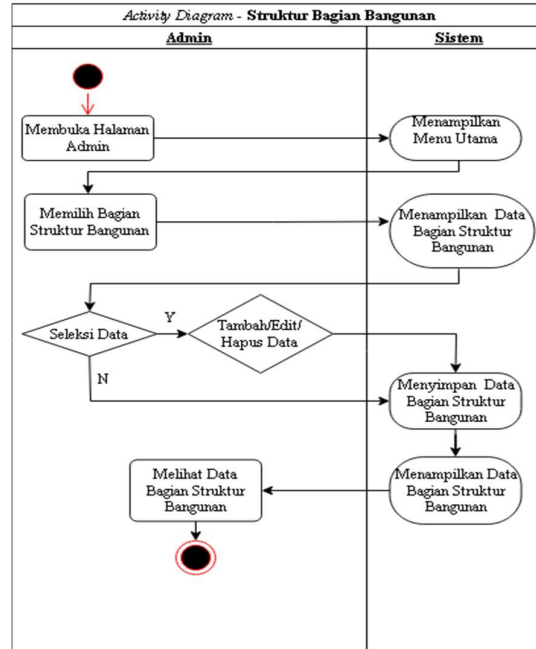


Gambar 1. Use case diagram

Admin dan *user* pada diagram ini mempunyai perbedaan terhadap hubungan dengan sistem dan memiliki kebutuhan informasi yang berbeda.

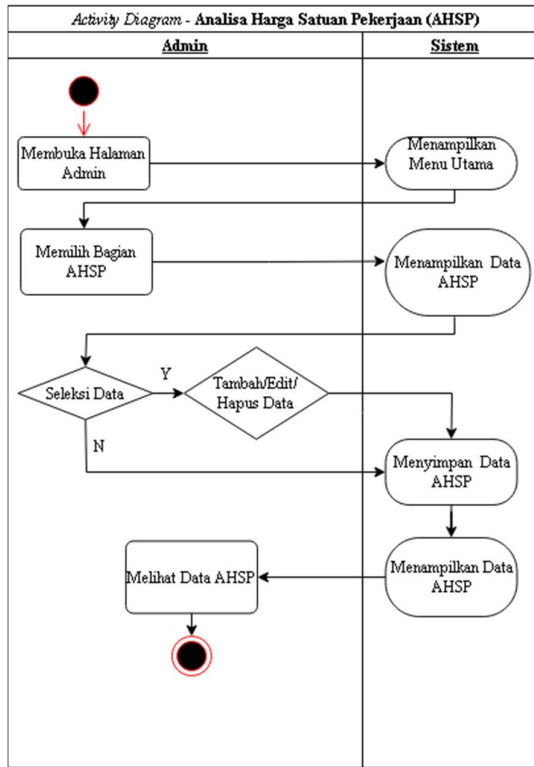
Activity Diagram

Activity diagram merupakan gambaran alur aktivitas pengguna terhadap sistem. Dengan adanya *activity diagram* dapat diketahui detail interaksi yang terjadi pada setiap *use case*.

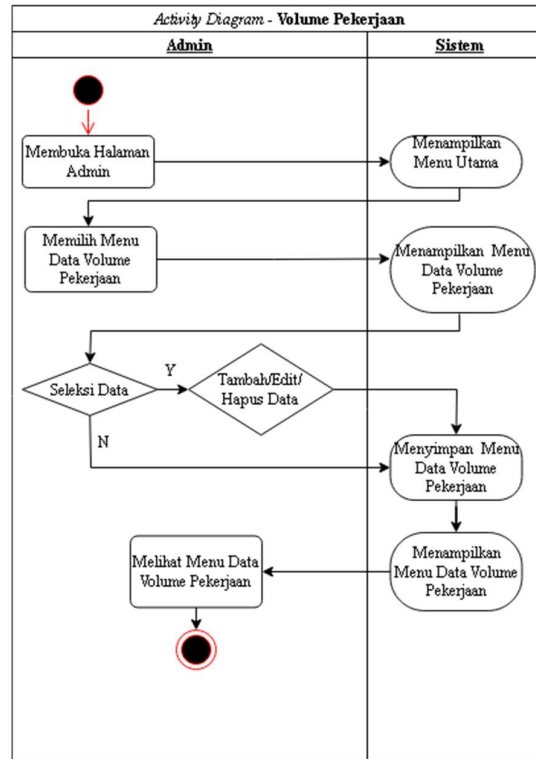


Gambar 2. Activity diagram admin Mengelola Bagian Struktur Bangunan

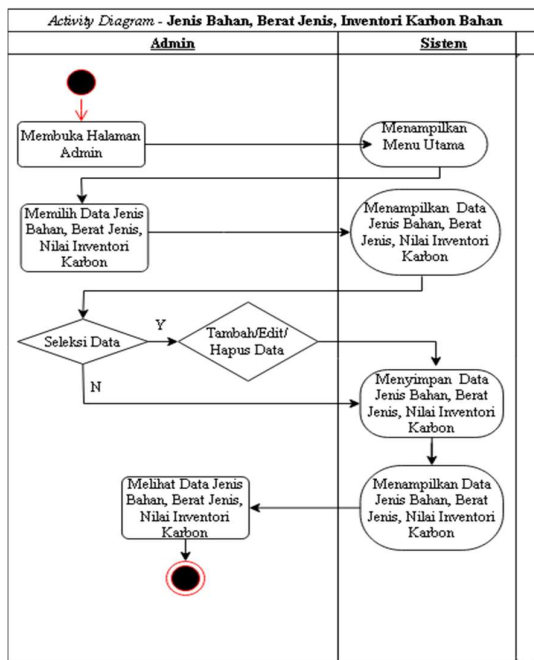
Activity diagram admin mengelola bagian struktur bangunan menggambarkan aktivitas mengelola data bagian struktur bangunan yang dilakukan oleh *admin*, seperti proses tambah data, ubah data, dan hapus data serta melihat data bagian struktur bangunan.



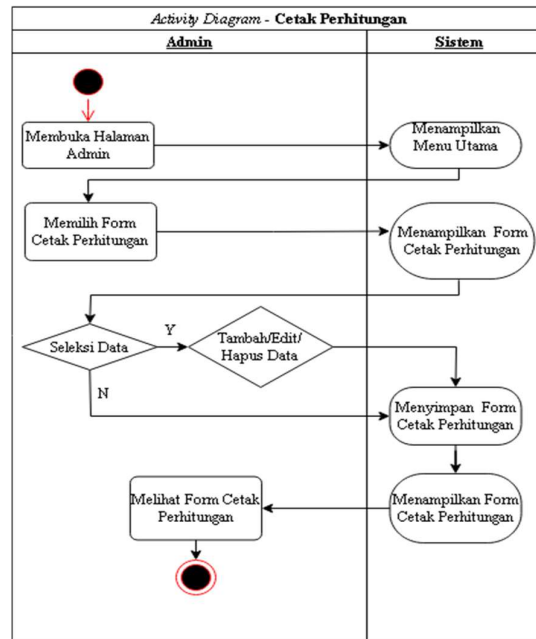
Gambar 3. Activity Diagram Admin Mengelola Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)



Gambar 5. Activity diagram admin Mengelola form input volume bahan bangunan



Gambar 4. Activity Diagram Admin Mengelola Data Jenis Bahan Bangunan, Nilai Koefesien Bahan Dan Nilai Inventori Bahan



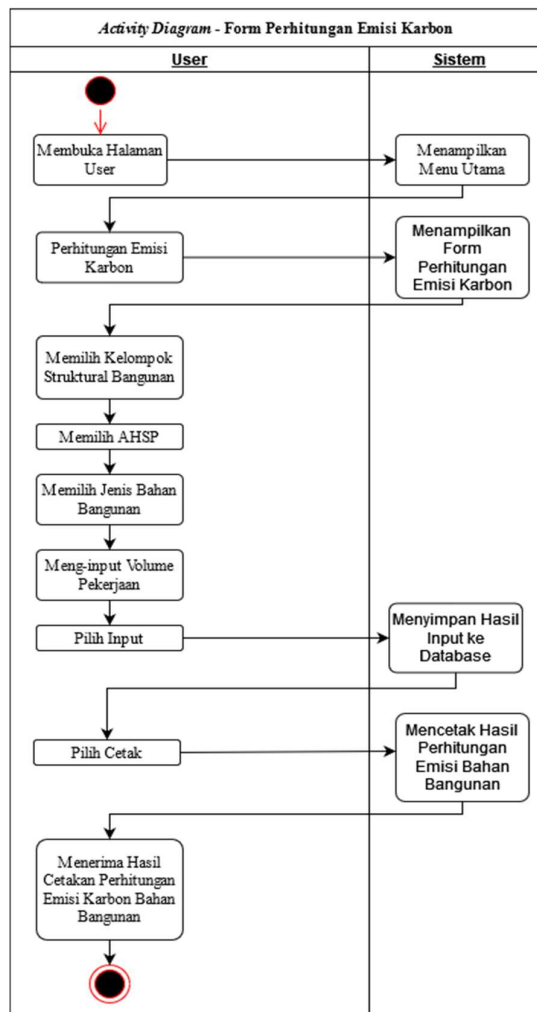
Gambar 6. Activity diagram admin Mengelola form cetak perhitungan emisi karbon

Activity diagram 3, admin mengelola Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) menggambarkan aktivitas mengelola data AHSP yang dilakukan oleh admin, seperti proses tambah data, ubah data, dan hapus data serta melihat data AHSP.

Activity diagram 4, menggambarkan aktivitas dalam mengelola data, seperti proses tambah data, ubah data, dan hapus data serta melihat data jenis bahan bangunan, nilai koefisien bahan dan nilai inventori bahan yang dilakukan oleh admin.

Activity diagram 5, menggambarkan aktivitas dalam mengelola data, seperti proses tambah data, ubah data, dan hapus data serta melihat data form input volume bahan bangunan yang dilakukan oleh admin.

Activity diagram 6, menggambarkan aktivitas dalam mengelola data, seperti proses tambah data, ubah data, dan hapus data serta melihat data form cetak perhitungan emisi karbon yang dilakukan oleh admin.

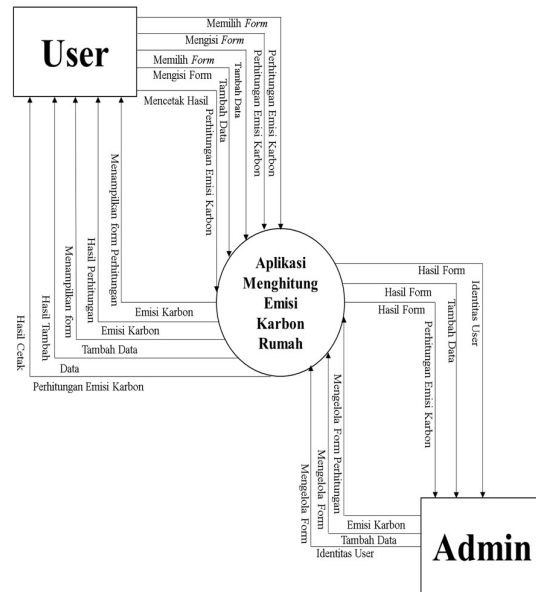


Gambar 7. Activity diagram user

Activity diagram ini menggambarkan user dalam melakukan input hingga pencetakan. User terlebih dahulu memilih kelompok struktural bangunan, memilih AHSP, memilih jenis bangunan dan memasukkan volume bahan bangunan.

Data Flow Diagram (DFD)

Data Flow Diagram (DFD) memberikan gambaran yang berfokus pada data yang mengalir masuk dan keluar dari sistem dan pengolahan data sehingga alur pemrosesan yang terjadi pada sistem informasi lebih mudah dipahami.

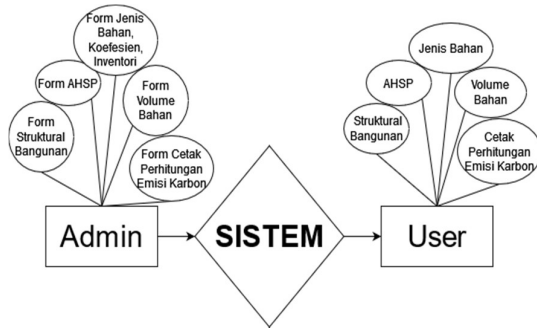


Gambar 8. Data flow diagram (DFD)

Data flow diagram diatas menggunakan 2 entitas yaitu entitas User dan entitas Admin dengan satu proses utama Aplikasi. Pada entitas user ada proses untuk memilih bagian struktural bangunan, memilih AHSP, memilih jenis bahan, meng-input volume bahan, dan melakukan cetak perhitungan. Sedangkan entitas admin memiliki peran mengelola kelompok struktural bangunan, mengelola AHSP, mengelola jenis bahan, nilai koefisien bahan dan nilai inventori emisi karbon bahan, mengelola form input volume bahan bangunan, dan mengelola form cetak hasil perhitungan emisi karbon.

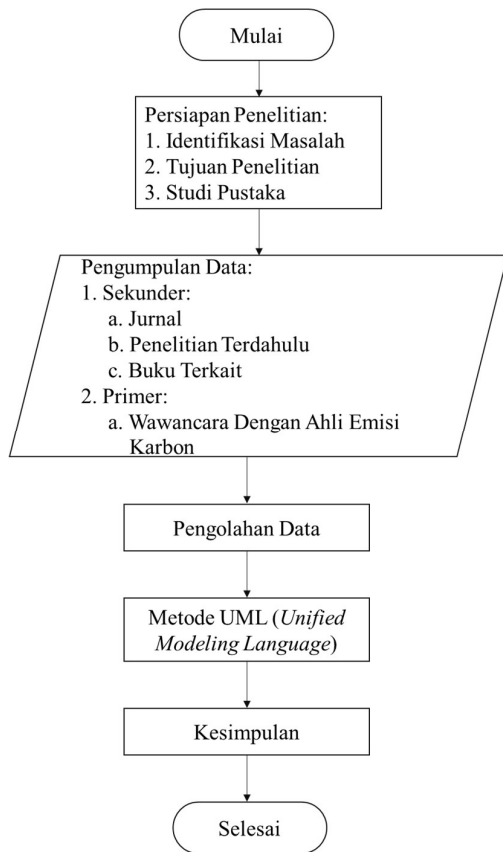
Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram (ERD), diagram kerja ini menjelaskan hubungan antara data dan basis data yang didasari oleh objek dasar yang mempunyai hubungan antar relasi. didalam ERD terdapat komponen-komponen yang membentuk susunan sistem informasi pada proyek aplikasi. Komponen tersebut menggambarkan hubungan antar worksheet dan form yang telah dibuat.



Gambar 9. Data flow diagram (DFD)

Entity relationship diagram yang terdapat pada sistem ini merupakan komponen-komponen yang membentuk susunan sistem informasi pada proyek aplikasi. Komponen tersebut menggambarkan hubungan antar *worksheet* dan *form* yang telah dibuat.



Gambar 10. Bagan Alir

Kesimpulan

Hasil desain sistem perhitungan emisi karbon bahan bangunan yang dihasilkan dirancang menggunakan pemodelan: *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Data Flow Diagram (DFD)*, dan *Entity Relationship Diagram (ERD)*. Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pembuatan desain sistem

perhitungan emisi karbon memiliki 4 rancangan aplikasi yaitu :

Use Case Diagram yang mana dalam rancangan ini ada 2 aktor penting yaitu admin yang mengelola data struktur bangunan data AHSP, data bahan bangunan, nilai koefisien bahan, nilai inventori karbon bahan, mengelola form volume serta mengelola form cetak hasil perhitungan emisi karbon sedangkan aktor selanjutnya adalah user yang mana ia hanya memilih data yang dikelola oleh admin dan mencetak hasil perhitungan tersebut.

Activity Diagram yang merupakan alur aktivitas pengguna terhadap system. Dalam activity diagram akan menghasilkan struktur bagian bangunan, pengelolaan AHSP, pengelolaan data jenis bangunan, nilai koefisien bahan dan nilai inventori bahan, mengelola form input volume pekerjaan dan akan menghasilkan form cetak perhitungan emisi karbon.

Data Flow Diagram (DFD) memiliki 2 entitas yaitu entitas user sebagai proses untuk memilih bagian struktural bangunan, memilih AHSP, memilih jenis bahan, meng-input volume bahan, dan melakukan cetak perhitungan dan entitas admin entitas admin memiliki peran mengelola kelompok structural bangunan, mengelola AHSP, mengelola jenis bahan, nilai koefisien bahan dan nilai inventori emisi karbon bahan, mengelola form input volume bahan bangunan, dan mengelola form cetak hasil perhitungan emisi karbon.

Entity Relationship Diagram (ERD) dalam rancangan ini admin akan memproses form structural bangunan, AHSP, jenis bahan, koefisien, inventori, volume bahan serta form cetak perhitungan emisi karbon yang kemudian diproses oleh user sampai pada cetak perhitungan emisi karbon seperti rancangan yang lainnya.

Daftar Pustaka

Abidin, Y. (2021). *Lingkungan Hidup Global* (1 ed.). Jakarta: Unas Press Universitas Nasional.

Benhelal, E., G., Z., E. S., & Bahadori, A. (2013). Global strategies and potentials to curb CO2 emissions in cement industry. *Journal of Cleaner Production*, 142-161.

Irahadi, D. R., Idawati, L., & Simanjuntak, M. R. (2020). Pengukuran Emisi Gas Rumah Kaca Dari Material Konstruksi bangunan-Bangunan Gudang Di Kabupaten Tangerang. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2020*, 385-389.

Maharani, R., & Aman, M. (2017). Sistem Informasi Nilai Siswa Berbasis WEB pada SMA Negeri 19 Kab. Tangerang. *Jurnal Ipsikom*.

- Peraturan Presiden Republik Indonesia. (2021). Peraturan Presiden Nomor 98 tahun 2021 tentang Instrumen Pengendalian Gas Rumah Kaca Nasional Menuju Pembangunan Rendah Karbon.
- Putri, V. R., Dewantoro, & Puspasari, V. H. (2023). Faktor-Faktor Penyebab Kegagalan Penyedia Jasa pada Proses Evaluasi Penawaran Tender Konstruksi. *Jurnal Basement*, 17-24.
- T., P., & Pertiwi, N. (2018). *Ilmu Bahan Bangunan* (2 ed.). Makassar: Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar.
- Uda, S. A. (2021). Analisis Konsumsi Embodied Energy dan Embodied Carbon pada Material Bangunan Rumah Sederhana Tipe 36. *TEKNIK*, XXXXII(2), 160-168.
- Utomo, A. P. (2013). Analisa Perancangan Sistem Informasi Parkir di Universitas Muria Kudus. *Jurnal Simetris*, 17-24.
- Waluyo, R., Uda, S. A., Akbar, R. F., & Irsyad, M. (2022). The Application of Building Information Modelling Method for Carbon Emission Analysis: A Case Study of Housing in Peat Lands. *Civil Engineering and Architecture*, X(2), 544-556.