

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Studi Penelitian Terdahulu

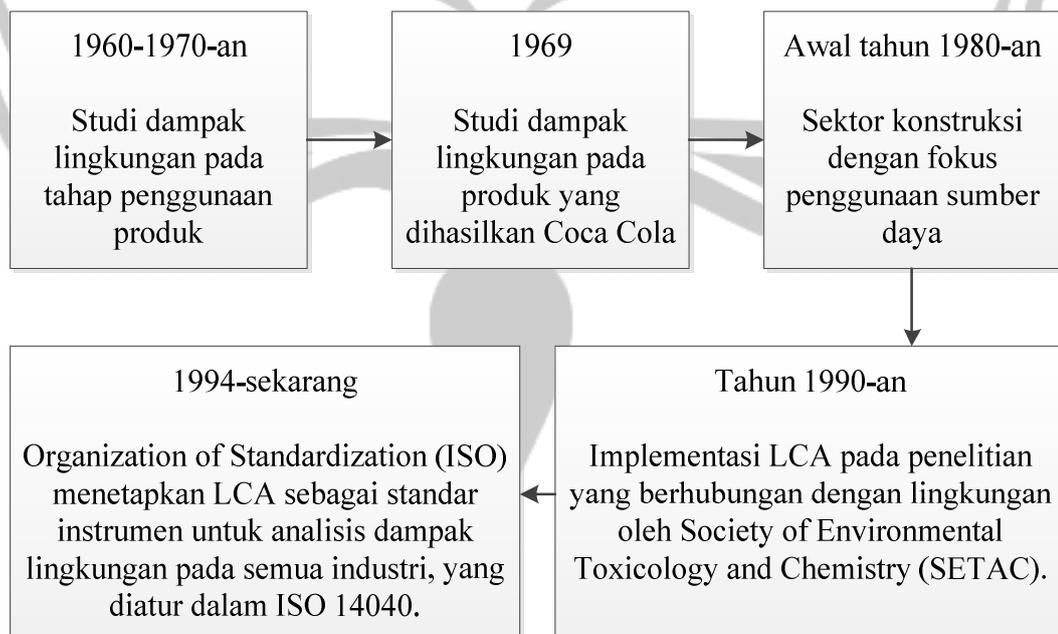
Penelitian dengan metode *Life Cycle Assessment* (LCA) sebelumnya telah dilakukan oleh Hermawan, et.al. pada tahun 2013. Hermawan membahas tentang Peran LCA pada Material Konstruksi dalam Upaya Menurunkan dampak Emisi Karbon Dioksida pada Efek Gas Rumah Kaca. Kemudian, pada tahun 2014, Supriadi menggunakan metode LCA ini pada bata merah dan batako sebagai objek penelitian dengan unit fungsional yang ditetapkan adalah per 1 m² dinding.

2.1.1. Peran *Life Cycle Analysis* (LCA) pada Material Konstruksi dalam Upaya Menurunkan dampak Emisi Karbon Dioksida pada Efek Gas Rumah Kaca

Berawal sejak dimulainya pertemuan yang digerakkan oleh *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) tahun 1992 yang membahas perubahan cuaca dan ancaman terhadap lingkungan bagi negara industri dan yang sedang berkembang, sebanyak 170 negara meneruskan pertemuan tersebut dengan tujuan untuk menemukan solusi mengurangi efek gas rumah kaca. Tahun 1997 pertemuan tersebut sudah menetapkan enam jenis emisi gas rumah kaca yang terdiri Karbon dioksida (CO₂), Metana (CH₄), Nitrogen dioksida (N₂O), *Hydrofluorocarbons* (HFCs), *Perfluorocarbons* (PFCs) dan Belerang heksafluorida (SF₆). Dari ke-enam jenis emisi ini, CO₂ merupakan salah satu emisi gas rumah kaca yang sangat signifikan pengaruhnya terhadap perubahan iklim.

Beberapa instrumen dikembangkan untuk mengurangi dampak dari CO₂ terhadap lingkungan, salah satunya ialah LCA. LCA memiliki siklus yang dapat dimulai dari bahan mentah, proses produksi, transportasi, operasi hingga proses daur ulang dari kegiatan yang menghasilkan produk. Produk yang dimaksud dapat terdiri dari barang dan jasa. Namun, makalah ini berfokus pada peran LCA yang diimplementasikan pada material konstruksi.

Menurut ISO 14040, LCA adalah sebuah teknik yang digunakan untuk melakukan asesmen terhadap dampak lingkungan yang berhubungan dengan suatu produk. Gambar 2.1. menjelaskan awal mula LCA hingga peranannya pada material konstruksi yang ditetapkan oleh ISO. Tahun 1960, LCA terbatas pada tahap penggunaan suatu produk. Sejak tahun 1980-an mulai muncul pemikiran implementasi LCA pada lingkungan, hingga ISO menetapkan bahwa LCA dapat digunakan pada semua industri.

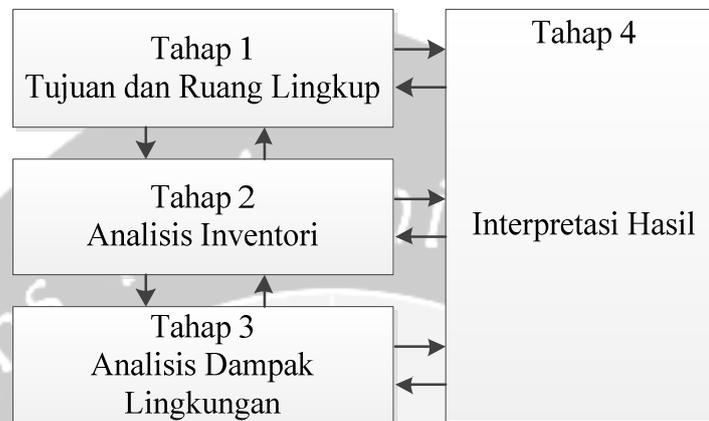


Sumber : Diolah dari Hermawan (2013)

Gambar 2.1. Peran LCA pada Material Konstruksi

Life Cycle Assessment (LCA) memiliki empat tahapan, digambarkan pada

Gambar 2.2. Ke-empat tahapan tersebut yaitu :



Sumber : ISO 14040

Gambar 2.2. Tahapan LCA

1. Tujuan dan ruang lingkup

Tahap pertama mendefinisikan ruang lingkup studi termasuk mendefinisikan fungsi dari masing-masing bagian dari batasan studi.

2. Analisis inventori

Tahap kedua melakukan inventarisasi kegiatan *input* dan *output* yang berhubungan dengan ruang lingkup studi. Tahapan pengumpulan data dimulai dari proses produksi, bahan baku, dan kebutuhan energi material. Analisis inventori lebih terfokus pada data proses produksi secara industrial.

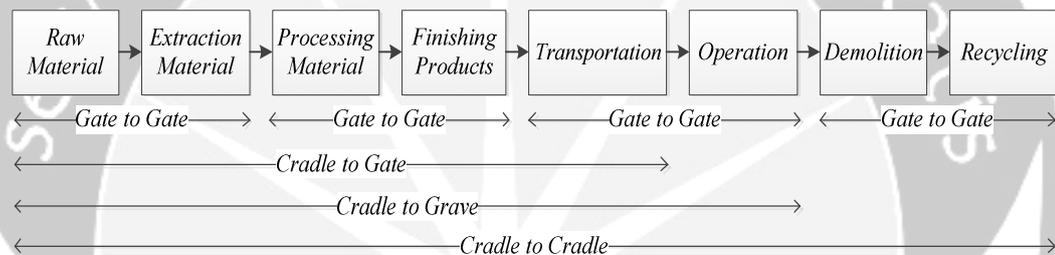
3. Analisis Dampak Lingkungan

Tahap ketiga, melakukan evaluasi bertahap antara dampak potensi terhadap lingkungan dengan menggunakan hasil dari *Life Cycle Inventory* dan menyediakan informasi untuk menginterpretasikan pada fase terakhir. Analisis dampak lingkungan meneliti limbah hasil pengolahan material, tingkat kebisingan, emisi gas buang, dan efisiensi biaya produksi.

4. Interpretasi Hasil

Tahap akhir dari LCA ini menganalisis daur hidup dan memberikan kesimpulan, rekomendasi, serta pengambilan keputusan berdasarkan batasan studi yang telah ditetapkan pada tahap pertama.

Sebagai suatu metode pengukuran, LCA memiliki ruang lingkup yang ditetapkan dengan tujuan memberi batasan pengujian. Batasan-batasan tersebut dimaksudkan untuk memudahkan dalam pengelompokan pengujian suatu objek. Terdapat empat ruang lingkup yang sudah ditetapkan, tergambar pada Gambar 2.3.



Sumber : Hermawan 2013

Gambar 2.3. Ruang Lingkup LCA

1. *Gate to gate*, merupakan ruang lingkup pada analisis daur hidup yang terpendek karena hanya meninjau kegiatan yang terdekat.
2. *Cradle to gate*, dimulai dari *raw material* (bahan mentah) sampai batas proses sebelum operasi produk. *Cradle to gate* hanya meninjau proses produksi hingga material siap dijual atau dipakai oleh konsumen.
3. *Cradle to grave*, dimulai dari *raw material* (bahan mentah) sampai pada pengoperasian produk.
4. *Cradle to cradle*, bagian dari analisis daur hidup yang menunjukkan ruang lingkup dari *raw material* (bahan mentah) sampai pada daur ulang material.

Makalah ini menyatakan bahwa LCA merupakan instrumen baru di industri konstruksi. Metode LCA dapat digunakan sebagai instrumen untuk menggambarkan kebutuhan dan dampak emisi yang diakibatkan dari masing-masing tahapan. Selain itu, LCA dapat membantu dalam mengambil keputusan guna mengurangi dampak.

2.1.2. Implementasi LCA (*Life Cycle Assessment*) pada Bata Merah dan Batako

Penelitian dengan judul “Implementasi LCA (*Life Cycle Assessment*) pada Bata Merah dan Batako” dilakukan oleh Supriadi pada tahun 2014. Penelitian ini memiliki topik pembahasan yang sama, dengan menggunakan material berbeda dengan karya tulis ini. Ruang lingkup proses yang ditetapkan pada penelitian ini meliputi analisis kebutuhan bahan baku, konsumsi energi dan analisis potensi limbah yang ditimbulkan pada setiap tahapan produksi. Proses produksi yang diteliti dimulai dari penggalian tanah, pengadukan atau pencampuran bahan hingga batu merah atau batako siap dipasarkan.

Observasi dilakukan pada bulan Maret 2014 sampai April 2014 di masing-masing 10 pabrik bata merah dan batako yang berada di Kabupaten Bogor. Data siklus produksi material diperoleh melalui wawancara yang dilakukan pada pekerja dan pemilik pabrik.

Pengolahan data diawali dengan menentukan tujuan dan ruang lingkup. Hal berikutnya ialah melakukan analisis inventori meliputi kebutuhan bahan baku, konsumsi energi, dan limbah yang berpotensi mencemari lingkungan. Salah satu hal penting untuk menentukan bahan baku hingga dampak yang ditimbulkan melalui kebutuhan energi adalah mengetahui proses produksi dari kedua material. Kebutuhan energi pekerja ditinjau berdasarkan SNI 7269 tahun 2009 tentang

Penilaian Beban Kerja berdasarkan Tingkat Kebutuhan Kalori menurut Pengeluaran Energi.

Analisis dampak lingkungan dilakukan setelah pembahasan proses produksi, yang membahas terkait kebisingan, emisi gas buang, dan efisiensi biaya produksi bata merah dan batako. Tingkat kebisingan lingkungan pabrik dibandingkan dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP-48/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan untuk daerah industri dan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor Per.13/Men/X/2011 Tahun 2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja.

Analisis dampak lingkungan yang dihitung selain kebisingan adalah emisi gas buang, yang umumnya dihasilkan melalui mesin yang bekerja. Perhitungan emisi mengacu pada Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pedoman Perhitungan Beban Emisi Kegiatan Industri Minyak dan Gas Bumi. Faktor emisi yang digunakan mengacu pada *United State Environmental Protection Agency* (USEPA), tergantung pada bahan bakar yang digunakan. Nilai emisi yang dihasilkan kemudian akan dibandingkan dengan Kep-13/MENLH/3/1995 tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak.

Analisis terakhir dari dampak lingkungan ditinjau dari biaya produksi dari bata merah dan batako. Biaya produksi ditinjau dari harga jual per satuan material yang dijual di pabrik. Harga per satuan ini kemudian disesuaikan dengan kebutuhan material per 1 m² dinding, hingga didapat harganya.

Setelah menganalisis tujuan dan ruang lingkup, analisis inventori dan kemudian analisis dampak lingkungan, tahap selanjutnya ialah interpretasi untuk

membandingkan kedua material berdasarkan hasil analisis ketiga tahap sebelumnya. Berdasarkan interpretasi terhadap analisis inventori dan analisis dampak lingkungan, yang paling baik diantara kedua jenis material konstruksi (bata merah dan batako) adalah batako. Pilihan ini didasarkan atas keperluan bahan baku yang lebih sedikit dan dampak lingkungan yang rendah.

2.2. Bangunan Hijau

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 8 tahun 2010, bangunan ramah lingkungan (*greenbuilding*) adalah suatu bangunan yang menerapkan prinsip lingkungan dalam perancangan, pembangunan, pengoperasian dan pengelolaannya dan aspek penting penanganan dampak perubahan iklim.

Bangunan dapat dikategorikan sebagai bangunan ramah lingkungan apabila memenuhi kriteria antara lain; menggunakan material bangunan yang ramah lingkungan, terdapat fasilitas untuk konservasi sumber daya air, terdapat fasilitas konservasi dan diversifikasi energi, menggunakan bahan yang bukan bahan perusak ozon, terdapat fasilitas pengelolaan air limbah domestik, terdapat fasilitas pemilahan sampah, memperhatikan aspek kesehatan bagi penghuni bangunan, terdapat fasilitas pengelolaan tapak berkelanjutan, serta terdapat fasilitas untuk mengantisipasi bencana.

Bangunan ramah lingkungan ini harus lulus uji sertifikasi bangunan yang sudah ditetapkan. Sertifikasi tersebut dilakukan oleh suatu lembaga berbadan hukum yang hasil penilaiannya dapat dipertanggungjawabkan.

2.3. Material Kayu

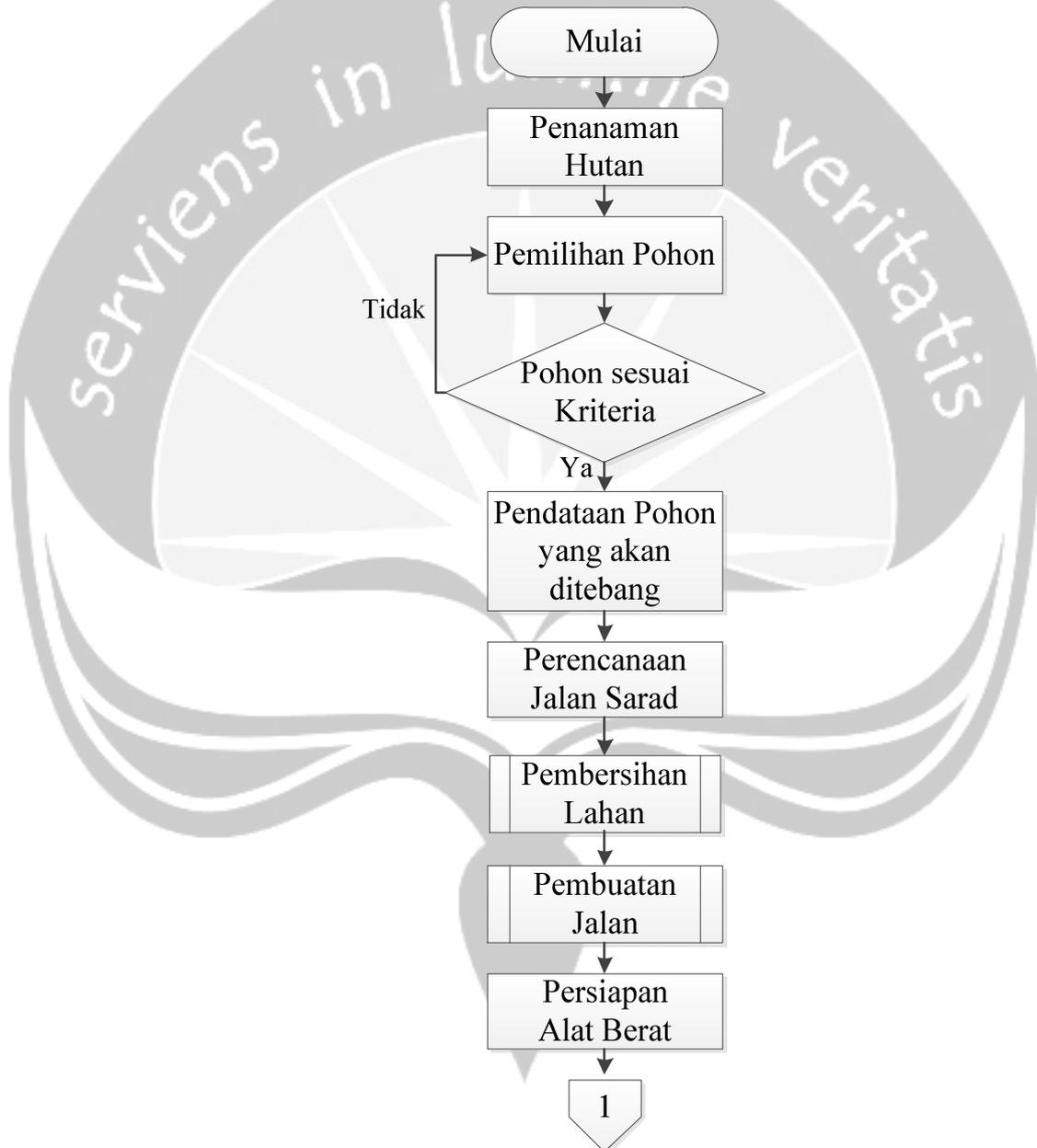
Indonesia memiliki 4.000 jenis kayu dengan diameter lebih dari 40 cm yang diperkirakan 400 diantaranya dianggap penting dengan 259 jenis sudah dikenal dalam perdagangan. Maka, tidak dipungkiri material kayu masih menjadi primadona bagi industri perdagangan terutama di bidang konstruksi. Beberapa jenis kayu untuk industri konstruksi yaitu, jati, ulin, meranti, dan bangkirai.

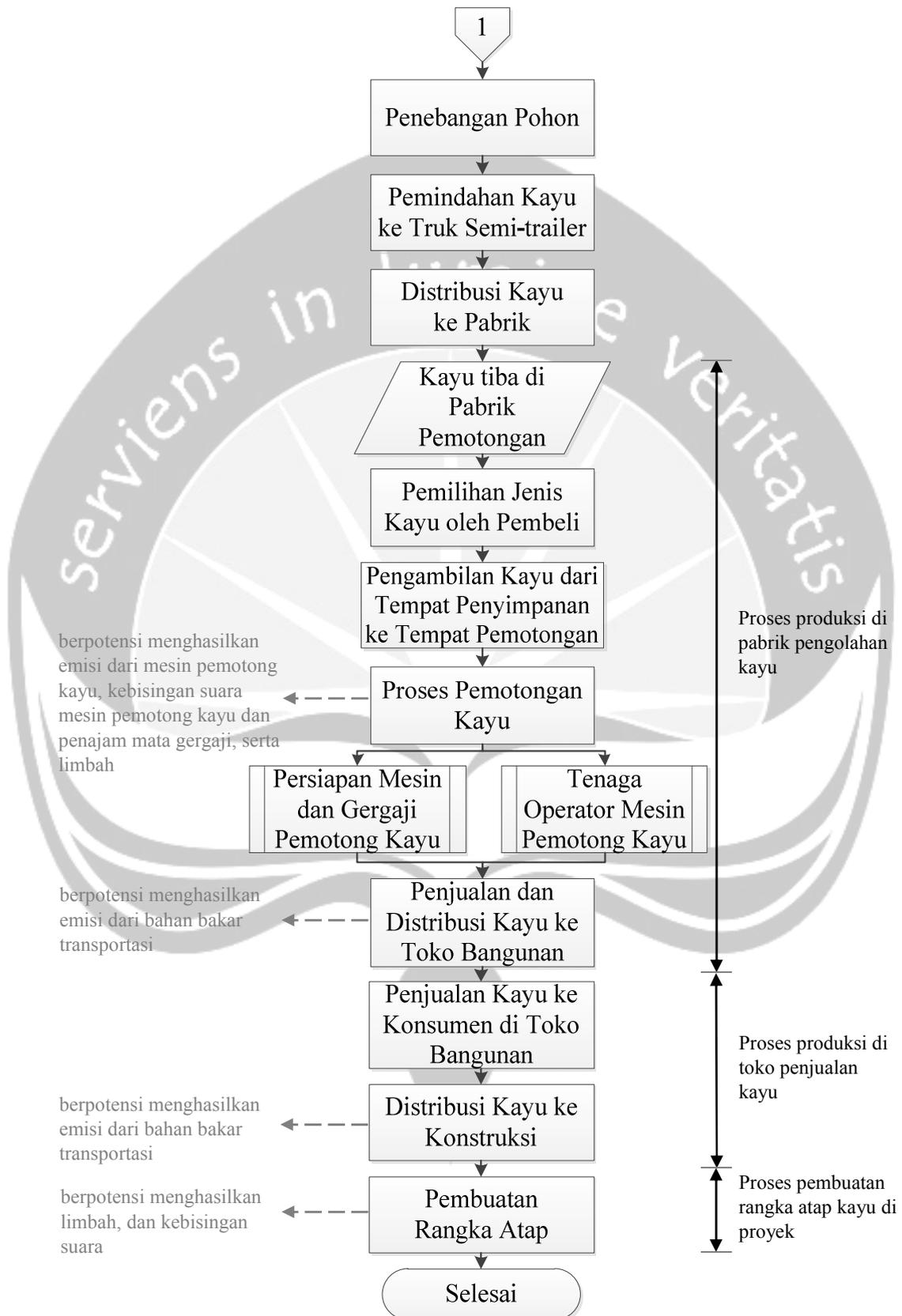
Kayu jati memiliki bobot yang lebih berat jika dibandingkan dengan jenis kayu lainnya. Sifatnya yang terlalu kaku membuat kayu jati kurang memiliki daktilitas (Martawijaya, et al., 1989). Namun dari segi kekuatan, ketertahanan terhadap rayap dan kelas awet keempat jenis kayu ini membuat banyak pelaku konstruksi mempercayakan fungsi kayu tersebut sebagai rangka atap.

Pengambilan kayu dari pohon memiliki prosedur. Menurut Batlolone (2014), batang pohon yang siap ditebang harus memiliki diameter lebih dari 60 cm. Terdapat 2 macam cara untuk mendapatkan kayu. Pertama dengan menebang ranting pohon dan membiarkan batang pohon tumbuh kembali. Kedua, dengan melakukan pengetukkan pada batang pohon terlebih dahulu. Pohon yang tidak memantulkan suara setelah dipukul berarti pohon tersebut padat dan baik untuk ditebang.

Pohon yang sudah ditebang tidak dapat menyerap CO₂. Hal tersebut tidak merugikan bila pohon yang ditebang ialah pohon yang sudah berusia tua dan digantikan dengan pohon baru. Semakin tua umur pohon maka produktivitas menyerap CO₂ semakin rendah. Maka dari itu, metode tebang-pilih-tanam tepat untuk produksi kayu. Berikut tahapan produksi kayu mulai dari batang pohon

hingga menjadi material konstruksi rangka atap (Gambar 2.4). Area penelitian ini adalah pabrik pengolahan material setengah jadi dan proses pemasangan material sebagai penyusun rangka atap hunian. Distribusi material diasumsikan langsung dari pabrik ke konsumen (konstruksi).





Gambar 2.4. Proses Produksi Kayu

2.4. Material Baja Ringan

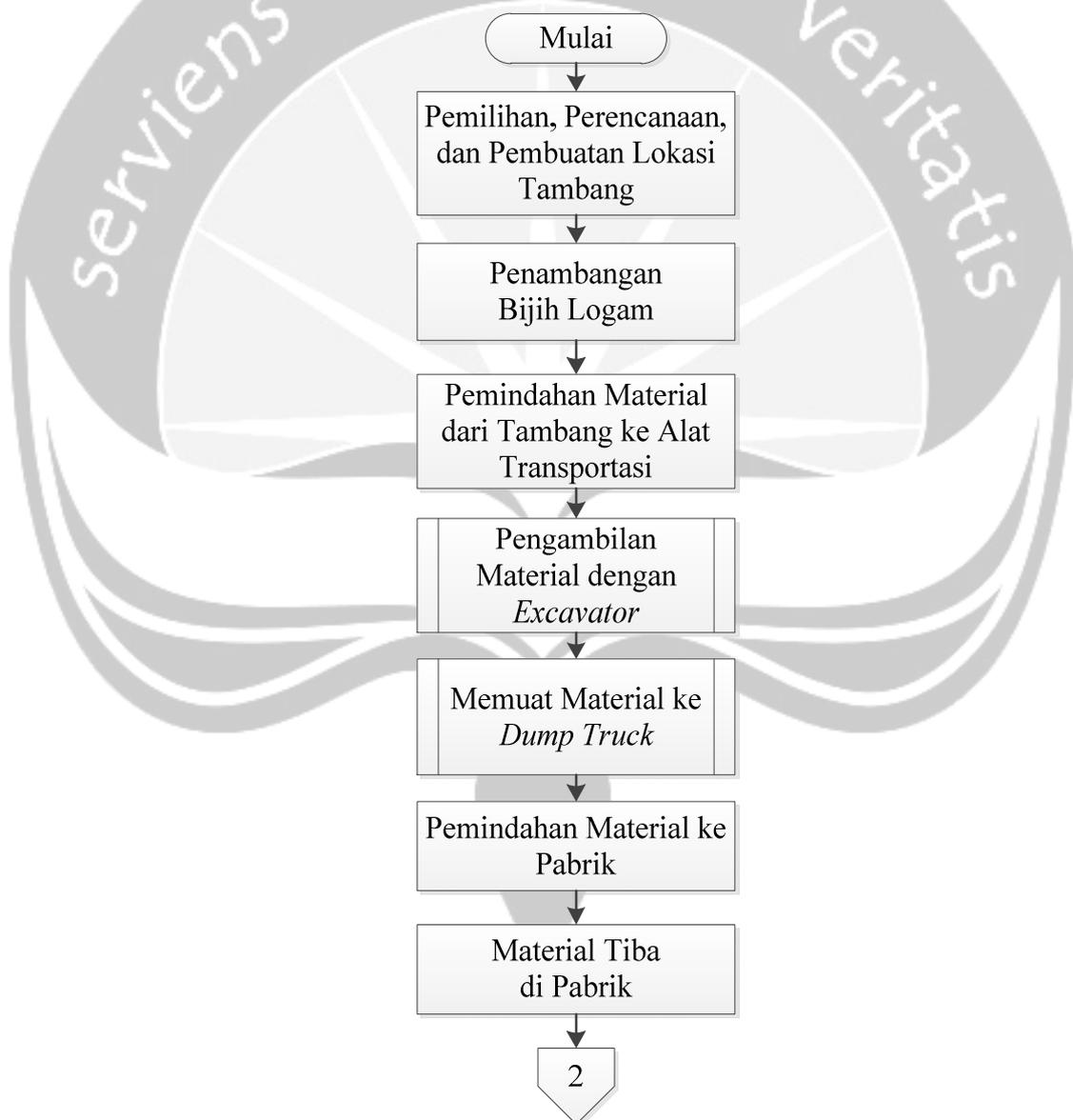
Baja ringan adalah baja yang memiliki bobot ringan namun dengan kekuatan yang sama dibandingkan baja konvensional. Dalam diskusi oleh HK Metals (2017) menyebutkan ketebalan pada baja ringan ditentukan sesuai dengan fungsinya. Baja ringan (*cold-formed* atau *cold-rolled*) dibuat dari pelat baja tipis yang dipotong-potong dan dari baja murni, kemudian dibentuk dengan mesin *roll-forming*. Proses pengerjaan dilakukan dalam kondisi dingin dan pemberian tegangan terjadi dalam proses tersebut. Inilah sebabnya baja ringan mempunyai mutu tinggi. Sedangkan baja yang biasa dibentuk dalam keadaan masih panas (*hot-rolled*) (Kusuma, 2013).

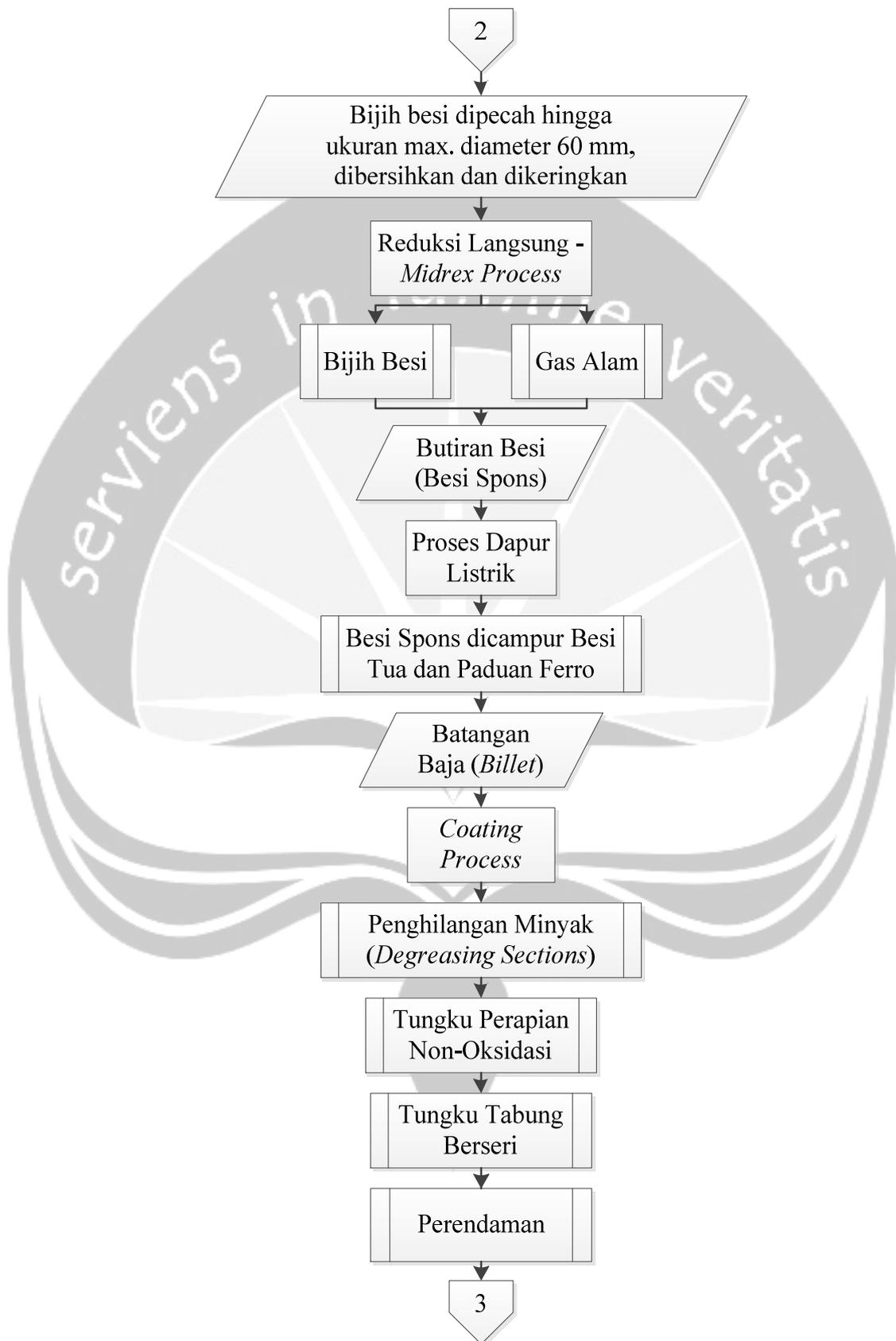
Menurut Dewobroto, et al. tahun 2006 (dikutip oleh Kusuma, 2013), pemakaian baja ringan di Amerika untuk struktur bangunan sudah berkembang sejak lima dekade yang lalu atas dukungan AISI (*American Iron and Steel Institute*). Baja ringan digunakan untuk struktur bangunan seperti kerangka partisi, rangka atap (*truss*) dan rangka utama bangunan (*frame*). Beberapa alasan yang perlu diketahui ketika akan menggunakan rangka atap baja ringan, antara lain :

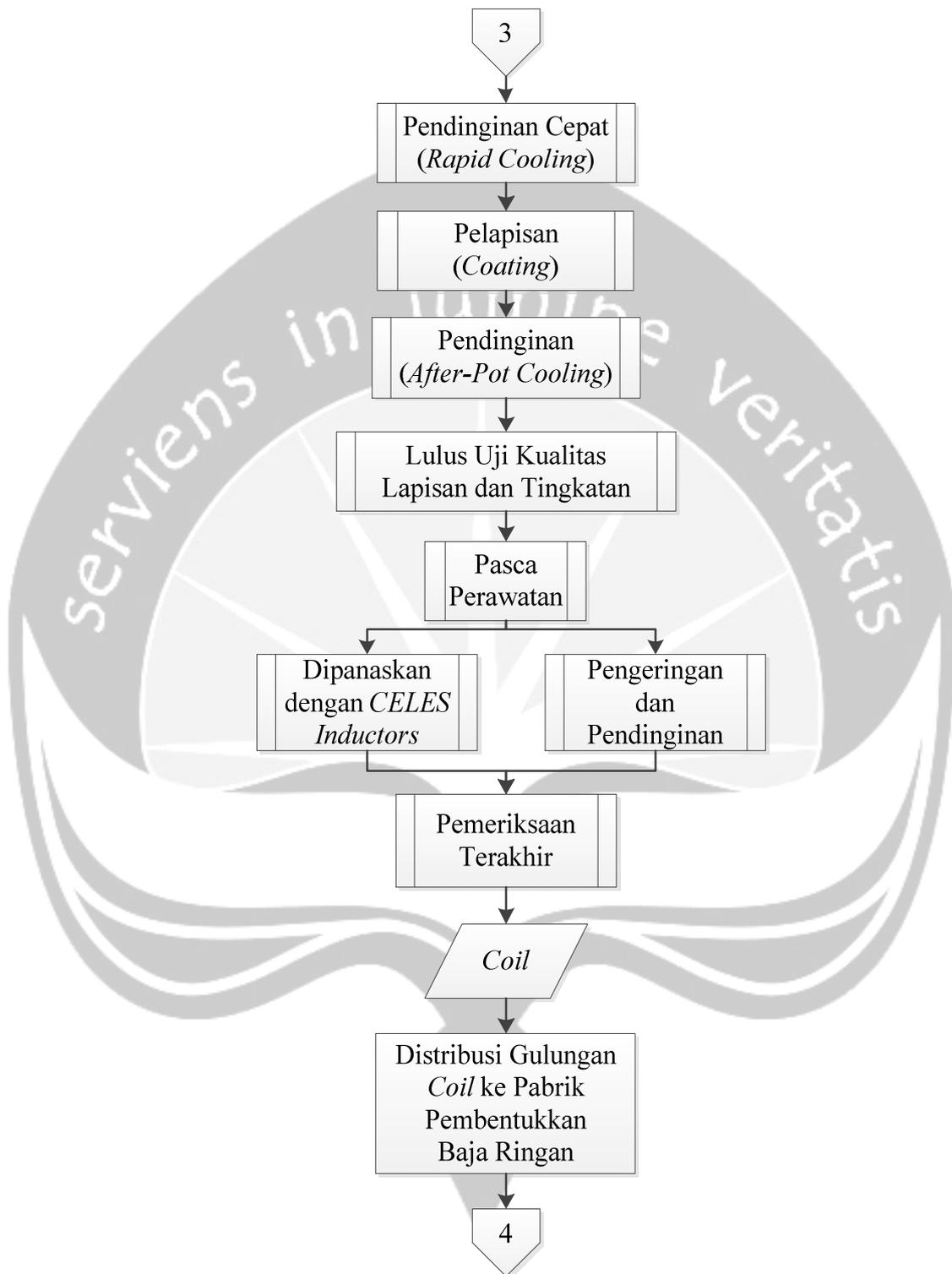
1. Rangka baja ringan tidak dimakan rayap
2. Rangka baja ringan hemat biaya dari segi perawatan dibandingkan dengan material kayu
3. Baja ringan dapat menggantikan fungsi kayu; untuk menjaga lingkungan
4. Baja ringan dapat mempercepat durasi pengerjaan suatu bangunan.
5. Struktur baja ringan dengan bobot lebih ringan jika dibandingkan kayu untuk diaplikasikan sebagai rangka atap hunian

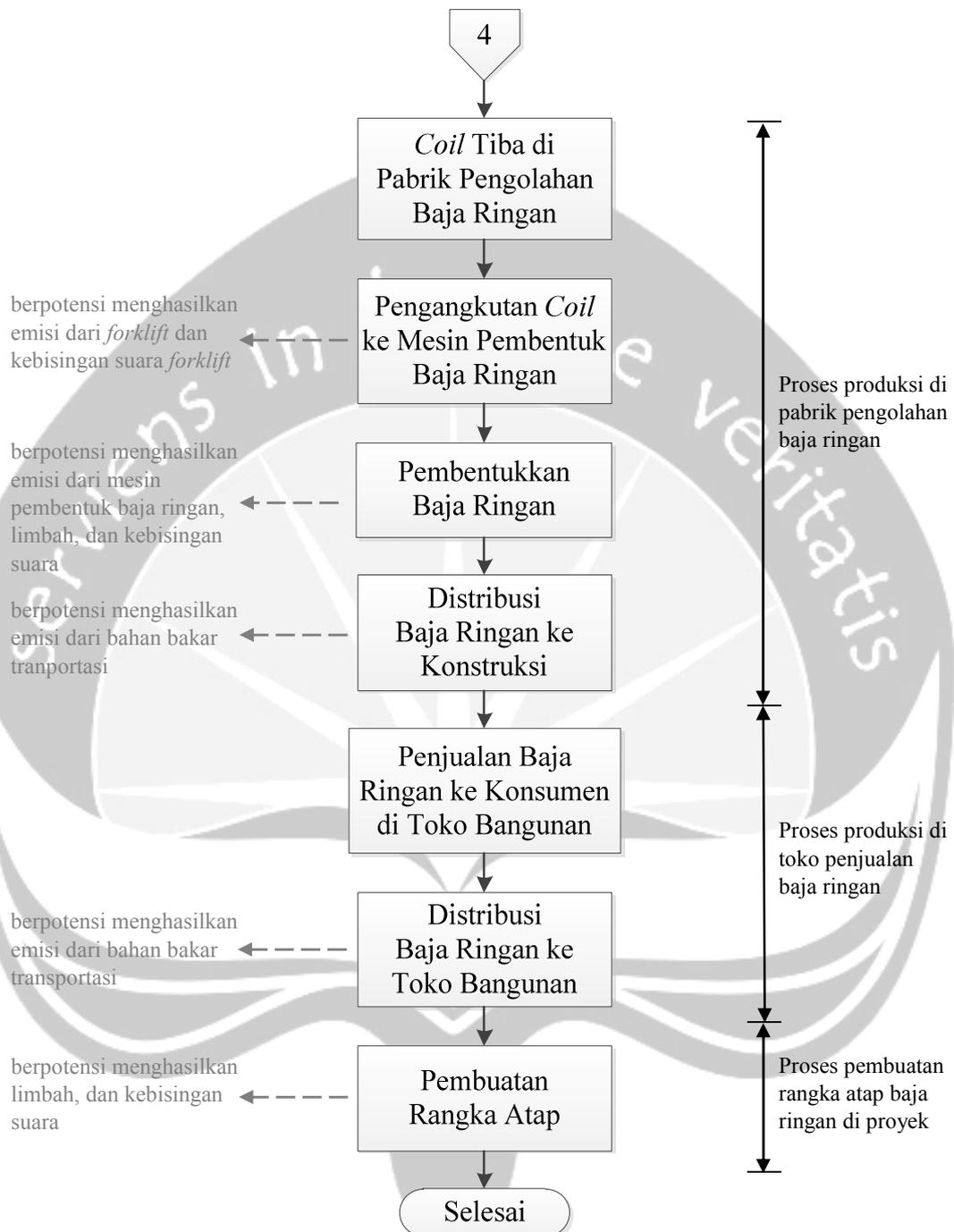
6. Rangka baja ringan memiliki struktur atau material yang bisa disesuaikan dengan keadaan geografis suatu daerah.

Berikut tahapan produksi baja ringan mulai dari bijih besi hingga menjadi material konstruksi dapat dilihat pada Gambar 2.5. Area penelitian dimulai dari pabrik pengolahan material setengah jadi (*coil*) dan pemasangan rangka atap. Distribusi material diasumsikan langsung dari pabrik ke konsumen (konstruksi).









Gambar 2.5. Proses Produksi Baja Ringan