

ANALISA PROSES PEMBUATAN GRILL UNTUK SALURAN PEMBUANGAN AIR**M. Erlangga Saputra¹, Ade Arif^{2*}**

Program Studi Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi

Nasional (Itenas), Bandung Email: erlanggasaputra15@gmail.com

Corresponding Author: adearif@itenas.ac.id*Abstract (English)**

The development of urban infrastructure demands drainage components with high durability and dimensional precision to ensure public safety. This study aims to analyze the manufacturing process for drainage grilles, focusing on production efficiency and technical accuracy. The research was conducted through direct observation and technical analysis of the fabrication stages, integrating modern technology. The material used was SS400 carbon steel with a thickness of 2 mm and 3 mm. The production process begins with nesting and cutting using CNC laser cutting to ensure the geometric precision of the fins (blades) and frames. Next, the anchor components are bent, observing the (springback) phenomenon to achieve a 90° angle. The assembly process uses a Jig (Jig) and MIG/MAG (Metal Inert Gas/Metal Active Gas) welding methods with spot welding to minimize thermal distortion. The analysis shows that the use of CNC laser technology and MIG/MAG welding produces products with deep weld penetration, a rigid structure, and consistent dimensional accuracy. This standardized workflow has proven effective in producing drainage grilles capable of withstanding dynamic loads and meeting the quality standards of the infrastructure manufacturing industry.

Abstrak (Indonesia)

Perkembangan infrastruktur perkotaan menuntut komponen drainase yang memiliki durabilitas tinggi dan presisi dimensi untuk menjamin keamanan publik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis alur proses manufaktur grill saluran pembuangan air dengan fokus pada efisiensi produksi dan akurasi teknis. Penelitian dilakukan melalui observasi langsung dan analisis teknis terhadap tahapan fabrikasi yang mengintegrasikan teknologi modern. Material yang digunakan adalah baja karbon SS400 dengan ketebalan 2 mm dan 3 mm. Tahapan produksi dimulai dengan proses *nesting* dan pemotongan menggunakan CNC *Laser Cutting* untuk menjamin presisi geometri sirip (blade) dan frame. Selanjutnya, dilakukan proses penekukan pada komponen angkur dengan memperhatikan fenomena (kembali) untuk mencapai sudut 90°. Tahap perakitan menggunakan alat bantu cekam (JIG) dan metode pengelasan MIG/MAG (*Metal Inert Gas/Metal Active Gas*) dengan teknik las titik untuk meminimalisir distorsi termal. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan teknologi CNC laser dan pengelasan MIG/MAG menghasilkan produk dengan penetrasi las yang dalam, struktur yang kaku, serta akurasi dimensi yang konsisten. Standarisasi alur kerja ini terbukti efektif dalam memproduksi grill drainase yang mampu menahan beban dinamis serta memenuhi standar kualitas industri manufaktur infrastruktur.

Article History

Submitted: 24 Januari 2026

Accepted: 27 Januari 2026

Published: 28 Januari 2026

Key Words

Drainage Grill, SS400 Steel, CNC Laser Cutting, MIG/MAG Welding, Manufacturing.

Sejarah Artikel

Submitted: 24 Januari 2026

Accepted: 27 Januari 2026

Published: 28 Januari 2026

Kata Kunci

Grill Drainase, Baja SS400, CNC *Laser Cutting*, Pengelasan MIG/MAG, Manufaktur.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan infrastruktur modern di kawasan perkotaan menuntut ketersediaan komponen pendukung yang memiliki durabilitas tinggi serta fungsionalitas yang optimal, salah satunya adalah sistem *grill* drainase. *Grill* atau kisi-kisi besi berfungsi sebagai pemisah limbah padat agar tidak masuk ke dalam saluran utama yang dapat menyebabkan penyumbatan hingga potensi banjir pada area pemukiman dan jalan raya. Selain fungsi hidrolisnya, desain *grill* juga harus memperhatikan aspek keamanan operasional bagi pengguna jalan. Pemasangan *grill*

yang tidak standar atau mengalami korosi dini dapat membahayakan pejalan kaki maupun kendaraan yang melintas di atasnya (**L.Tan 2019**) [1]. Oleh karena itu di PT Sanjaya Teknik sebagai industri manufaktur *sparepart* mesin, berkomitmen melakukan fabrikasi *grill* dengan standar material dan proses manufaktur yang tinggi guna menjamin keselamatan publik serta estetika lingkungan infrastruktur

Tantangan teknis utama dalam fabrikasi *grill* drainase terletak pada penjagaan presisi dimensi dan integritas kekuatan sambungan las. Sebagai komponen yang terekspos langsung pada beban dinamis dari kendaraan dan fluktuasi cuaca, sambungan las pada *grill* seringkali menjadi titik kritis terjadinya kegagalan struktural. Pemilihan material baja karbon SS400 menjadi solusi strategis karena memiliki karakteristik mekanis yang stabil, kekuatan tarik yang memadai (400-510 MPa), serta biaya produksi yang jauh lebih efisien dibandingkan dengan penggunaan material komposit atau *stainless steel* dalam skala industri besar (**Dahlan 2023**) [2]. Namun, penggunaan baja karbon ini memerlukan teknik pengelasan yang tepat, seperti MIG/MAG, untuk meminimalisir distorsi termal yang dapat mengubah geometri *frame* dan sirip *grill* sehingga tidak presisi saat dipasang pada dudukan beton (**R. Wahyudi 2024**) [3]. Untuk mengatasi permasalahan presisi tersebut, integrasi teknologi CNC *laser cutting* dan penggunaan alat bantu cekam (*JIG*) menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam lini produksi. Pemotongan dengan laser mampu menghasilkan detail lubang drainase dengan tingkat toleransi yang sangat kecil, sehingga mengurangi kebutuhan akan proses *finishing* manual yang memakan waktu (**A. Syaukani 2021**) [4]. Penggunaan *JIG* selama proses perakitan juga berperan krusial dalam menahan posisi komponen agar tetap stabil selama proses penyambungan permanen berlangsung. Alur manufaktur ini penting dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan teknologi CNC dan metode pengelasan dalam memproduksi komponen infrastruktur yang memenuhi standar teknis dan efisiensi industri saat ini (**Yasyaf 2024**) [5].

Selain aspek teknis manufaktur, penelitian ini juga dilatar belakangi oleh kebutuhan akan standarisasi alur kerja dalam produksi massal komponen drainase. Mengingat variasi beban yang diterima oleh *grill* di lapangan mulai dari paparan air hujan yang bersifat korosif hingga beban kejut dari lalu lintas kendaraan maka setiap tahapan mulai dari *marking* hingga *finishing* harus terdokumentasi dengan baik. Observasi yang dilakukan mencakup analisis terhadap parameter pemotongan laser dan teknik penekukan yang presisi untuk menghindari cacat mikro pada material. Dengan memadukan studi literatur mengenai sifat mekanik baja SS400 dan data praktis dari lantai produksi, prosedur manufaktur yang efisien tanpa mengesampingkan aspek keamanan produk akhir. Hal ini sejalan dengan upaya pengembangan industri komponen infrastruktur lokal yang kompetitif dan memiliki standar kualitas internasional

II. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini didasarkan pada observasi dan analisis teknis langsung di bagian produksi PT Sanjaya Teknik selama proses fabrikasi *grill* drainase. Tahapan penelitian dimulai dengan studi literatur mengenai karakteristik material baja SS400 dan standar desain saluran pembuangan air. Selanjutnya, dilakukan pengumpulan data primer melalui pengamatan alur produksi yang meliputi tahap inspeksi bahan baku, proses pemotongan menggunakan teknologi laser, pembentukan komponen, hingga proses penyambungan akhir. Pendekatan ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian antara parameter mesin yang digunakan dengan standar kualitas produk yang diharapkan, sehingga diperoleh data yang komprehensif mengenai efisiensi dan akurasi manufaktur di lapangan

Proses awal manufaktur difokuskan pada persiapan material baja karbon SS400 dengan variasi ketebalan 2 mm dan 3 mm yang telah dipilih berdasarkan kebutuhan kekuatan struktural. Komponen utama *grill*, yaitu *frame* dan sirip (*blade*), diproses menggunakan mesin CNC *Laser*

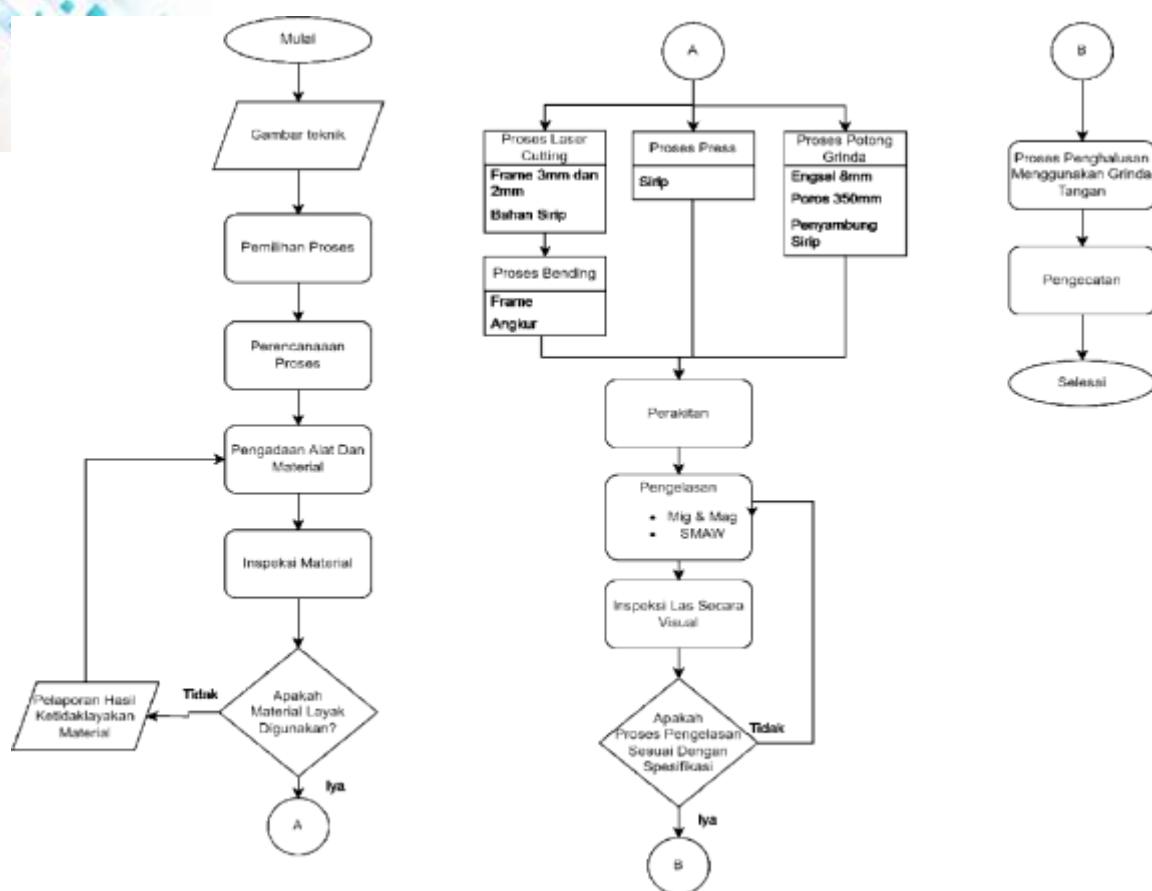
Cutting untuk mendapatkan tingkat presisi yang tinggi. Penggunaan teknologi laser ini sangat krusial karena memungkinkan pembentukan lubang-lubang drainase dengan geometri yang kompleks tanpa menimbulkan deformasi mekanis pada tepian plat. Data parameter potong pada mesin CNC direkam untuk memastikan bahwa setiap komponen memiliki dimensi yang identik, yang nantinya akan sangat berpengaruh pada kemudahan proses perakitan (*assembly*) pada tahap berikutnya

Setelah komponen dasar terbentuk, tahap selanjutnya adalah proses pembentukan mekanis dan penekukan (*bending*). Bagian angkur yang berfungsi sebagai pengikat *grill* pada beton drainase dibentuk menggunakan mesin *bending* dengan sudut tekuk 90 derajat. Pada tahap ini, penggunaan *JIG* atau alat bantu cekam sangat berperan penting untuk menjaga konsistensi sudut tekukan dan posisi lubang *punching*. Analisis dilakukan terhadap fenomena *springback* pada plat SS400 untuk memastikan dimensi akhir tetap berada dalam batas toleransi yang diizinkan. Integrasi antara proses pemotongan laser dan penekukan yang presisi menjadi fondasi utama dalam meminimalisir kesalahan dimensi sebelum produk masuk ke tahap penyambungan permanen

Tahap akhir adalah analisis proses perakitan dan pengelasan menggunakan metode MIG/MAG (*Metal Inert Gas/Metal Active Gas*). Seluruh komponen yang telah dipotong dan ditekuk kemudian disusun pada sebuah *assembly fixture* untuk menjaga kelurusinan (*alignment*) antara *frame* dan sirip-sirip drainase. Pengelasan dilakukan secara bertahap untuk mendistribusikan panas secara merata guna mencegah terjadinya distorsi termal yang berlebihan pada struktur *grill*. Setelah proses pengelasan selesai, dilakukan tahap inspeksi kualitas (*Quality Control*) yang meliputi pemeriksaan visual pada sambungan las dan pembersihan sisa-sisa percikan las (*spatter*).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses manufaktur *grill* drainase di PT Sanjaya Teknik dilaksanakan melalui tahapan sistematis yang mengintegrasikan teknologi desain digital dengan presisi mesin CNC. Alur kerja ini dirancang untuk meminimalkan *lead time* produksi serta menekan angka kecacatan produk pada setiap stasiun kerja. Secara garis besar, proses dimulai dari identifikasi kebutuhan teknis yang kemudian diterjemahkan ke dalam instruksi kerja bagi operator mesin. Sinkronisasi antara ketersediaan material baja SS400 dan kesiapan parameter mesin menjadi kunci utama sebelum eksekusi pemotongan dilakukan. Berikut adalah diagram alir yang menggambarkan urutan prosedur fabrikasi secara menyeluruh

**Gambar 1** Diagram alir produksi *grill* drainase

Berdasarkan diagram alir pada **gambar 1**, tahapan produksi dimulai dari verifikasi gambar teknik yang mencakup detail dimensi *frame* dan sirip. Gambar tersebut diunggah ke dalam sistem CNC untuk proses *nesting*, yaitu pengaturan tata letak pemotongan pada plat baja SS400 guna mengoptimalkan efisiensi bahan. Setelah persiapan selesai, mesin CNC *Laser Cutting* seperti pada **gambar 2** Proses ini mencakup pembuatan rangka luar (*frame*) dan bilah penyaring (*sirip*). Penggunaan laser memastikan lubang-lubang pada sirip memiliki dimensi yang seragam, yang sangat penting untuk efisiensi aliran air.

**Gambar 2** Mesin Cutting Laser

Hasil pemotongan seperti pada **gambar 3** menunjukkan ketajaman sisi yang konsisten dan minim distorsi panas pada tepi plat, memudahkan proses perakitan selanjutnya.



Gambar 3 Hasil Pemotongan

Tahap krusial berikutnya adalah proses penekukan untuk komponen angkur dan *frame* utama. Menggunakan mesin *bending* CNC seperti pada **gambar 4**, plat SS400 ditekuk hingga mencapai sudut 90 derajat. Proses ini menyoroti pentingnya kompensasi *springback*, di mana material cenderung kembali beberapa derajat setelah tekanan mesin dilepas. operator melakukan pengaturan parameter tekanan berdasarkan elastisitas baja SS400 untuk memastikan hasil tekukan benar-benar siku. Presisi pada tahap ini sangat menentukan kemudahan proses perakitan jika sudut tekukan tidak akurat, maka sirip-sirip *grill* tidak akan masuk dengan pas ke dalam rangka, yang pada akhirnya akan merusak estetika dan kekuatan produk



Gambar 3 Mesin Press Brake JM-12532

Hasil penekukan seperti pada **gambar 4** berdasarkan parameter *springback* atau kecenderungan material untuk kembali ke bentuk semula setelah tekanan dilepas. Melalui pengaturan *stroke* mesin yang tepat, operator mampu mengompensasi elastisitas material SS400 sehingga dimensi akhir komponen sesuai dengan toleransi yang ditetapkan dalam gambar kerja. Hasil tekukan yang presisi ini tidak hanya meningkatkan nilai estetika produk, tetapi juga memastikan distribusi beban yang merata pada saat *grill* menerima tekanan dari kendaraan yang melintas. Integritas sudut hasil penekukan ini menjadi landasan utama bagi keberhasilan tahap perakitan (*assembly*) dan pengelasan permanen pada tahap berikutnya



Gambar 4 Hasil Penekukan

Proses perakitan (*assembly*) dilakukan dengan menempatkan seluruh komponen ke dalam *JIG* perakitan untuk menjaga jarak antar sirip drainase tetap konstan. Setelah posisi dipastikan akurat, dilakukan pengelasan menggunakan metode MIG/MAG dengan kawat las ER70S-6 seperti pada **gambar 5**. Pengelasan menunjukkan bahwa pola pengelasan titik (*tack weld*) terlebih dahulu sangat efektif untuk mencegah distorsi termal yang dapat membuat rangka melengkung. Penggunaan gas pelindung CO₂ memastikan penetrasi las yang dalam ke dalam sambungan plat SS400, memberikan kekuatan mekanis yang cukup untuk menahan beban kendaraan yang melintas di atas *grill*. Proses ini diakhiri dengan pembersihan sisa percikan las (*spatter*) agar permukaan *grill* halus dan siap untuk tahap pelapisan akhir



Gambar 5 Mesin Las MIG-MAG MultiPro 200S G-SP

Berdasarkan pengamatan visual seperti pada **gambar 6** alur las (*weld bead*) yang terbentuk menunjukkan konsistensi lebar dan tinggi yang stabil, mengindikasikan bahwa input panas (*heat input*) selama proses MIG/MAG terkendali dengan baik. Penetrasi yang dalam ini meminimalkan risiko terjadinya *crack* atau retak rambut pada area sambungan yang sering terekspos lingkungan korosif saluran drainase. Selain itu, dengan struktur las yang menyatu sempurna, integritas kaku dari unit *grill* tetap terjaga, sehingga tidak terjadi deformasi permanen meskipun menerima tekanan tekan yang besar.



Gambar 6 Hasil Pengelasan

Tahap Akhir (*Finishing*) dan Inspeksi Tahap terakhir adalah pembersihan sisa-sisa pengelasan (*spatter*) menggunakan gerinda tangan dan pengecekan akhir dimensi. Produk

diperiksa tingkat kerataannya agar saat dipasang pada saluran drainase, *grill* tidak goyang atau miring. Setelah dinyatakan lulus *quality control*, produk siap untuk tahap pelapisan (seperti *galvanis* atau *cat*) untuk mencegah korosi. Produk akhir menunjukkan integrasi yang baik antara material SS400 dengan teknologi manufaktur CNC, menghasilkan *grill* yang fungsional dan estetik.

IV KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis proses manufaktur *grill* drainase, dapat disimpulkan bahwa integrasi material baja karbon SS400 dengan teknologi CNC *laser cutting* dan metode pengelasan MIG/MAG terbukti sangat efektif dalam menghasilkan produk infrastruktur yang presisi dan kokoh. Penggunaan material SS400 setebal 2 mm dan 3 mm memberikan keseimbangan optimal antara kemudahan fabrikasi dan kekuatan mekanis, sementara penerapan mesin CNC laser menjamin akurasi dimensi dengan deviasi minimal pada komponen *frame* serta sirip. Tahapan krusial dalam menjaga integritas struktural terletak pada penggunaan *JIG* perakitan dan teknik *tack welding* yang berhasil mereduksi risiko distorsi termal akibat panas las, sehingga menghasilkan sambungan dengan penetrasi mendalam yang mampu menahan beban dinamis di lapangan. Secara keseluruhan, standarisasi alur kerja yang sistematis mulai dari desain digital hingga inspeksi kualitas akhir memastikan bahwa produk *grill* yang dihasilkan tidak hanya memenuhi standar keamanan publik, tetapi juga memiliki efisiensi produksi yang tinggi bagi industri manufaktur lokal.

V REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian dan proses manufaktur yang telah dilaksanakan, terdapat beberapa rekomendasi yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan kualitas produk selanjutnya. Disarankan adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengujian beban statis dan dinamis secara eksperimental menggunakan alat uji tekan (*Universal Testing Machine*) untuk mendapatkan data kuantitatif yang lebih akurat mengenai batas luluh maksimal *grill* saat menerima beban kendaraan berat. Selain itu, optimalisasi penggunaan gas pelindung pada pengelasan MIG/MAG dengan campuran Argon-CO₂ dapat dipertimbangkan untuk lebih mereduksi *spatter* dan meningkatkan kehalusan permukaan hasil las. Terakhir, penerapan pelapisan *hot-dip galvanizing* atau *cat* anti-korosi berbahan dasar epoksi sangat direkomendasikan guna memperpanjang usia pakai produk mengingat *grill* drainase secara kontinyu akan terekspos oleh lingkungan dengan kelembapan tinggi dan zat kimia korosif dari air limbah perkotaan.

VI REFERENSI

- [1] L. I. Tan dan W. R. Pahlevi, "Studi Penggunaan Material Baja pada Infrastruktur Drainase Perkotaan," *Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, vol. 8, no. 2, hlm. 65-71, 2019.
- [2] Dahlan dkk., "Analisis Karakteristik Mekanik Baja Karbon SS400 pada Aplikasi Manufaktur Industri," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 12, no. 1, hlm. 45-52, 2023.
- [3] R. Wahyudi, "Optimasi Parameter Las MIG/MAG untuk Minimasi Distorsi Termal pada Plat Baja Karbon Rendah," *Jurnal Inovasi Teknologi*, vol. 4, no. 2, hlm. 88-95, 2019.
- [4] A. Syaukani, "Studi Eksperimental Akurasi Dimensi Pemotongan CNC Laser Cutting pada Komponen Infrastruktur," *Jurnal Manufaktur dan Material*, vol. 5, no. 1, hlm. 12-20, 2021.
- [5] H. Yasyaf dan Y. Irwan, "Pemanfaatan JIG dan Fixture dalam Meningkatkan Akurasi Perakitan pada Industri Fabrikasi Logam," *Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin*, Institut Teknologi Nasional Bandung, 2024.