

LAPORAN AKHIR

**Desain Alat Pemegang Torch pada Mesin CNC Plasma
Cutting untuk UKM di Bidang Desain Eksterior Rumah**



PENGUSUL

**ACHMAD ZAKI RAHMAN, ST, MT
NIDN : 8800720016**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA
SEMESTER GANJIL 2022/2023**

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa. atas rahmat dan ridhoNyalah kami dapat melaksanakan kegiatan dan menyelesaikan laporan pengabdian kepada masyarakat ini dengan judul kegiatan **“Desain Alat Pemegang Torch pada Mesin CNC Plasma Cutting untuk UKM di Bidang Desain Eksterior Rumah “**.

Rasa terimakasih kami sampaikan kepada Kepala Program Studi Teknik Mesin ITI, Bapak J. Victor Tuapetel ST, MT, Ph.D, Kepala Pusat Riset Dan Pengabdian Masyarakat ITI, Ibu Dr. Ir. Joelianingsih, MT., yang telah memberikan dukungan dan pengarahan dalam penyusunan laporan kegiatan ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada PT. Bangun Meisn Sejahtera selaku mitra yang bergerak di bidang dekorasi rumah, yang senantiasa menjadi partner dalam pengembangan dan penerapan teknologi mesin CNC bagi UKM.

Kami menyadari bahwa kegiatan pengabdian ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kendala yang dijumpai di lapangan. Oleh karena itu, perlu dilanjutkan kegiatan-kegiatan serupa dengan program ini agar manfaatnya dapat dirasakan lebih luas oleh seluruh lapisan masyarakat.

Tangerang Selatan, 20 Februari 2023



Achmad Zaki Rahman, ST, MT

Daftar Isi

KATA PENGANTAR	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Gambar	v
BAB I TUJUAN DAN SASARAN	1
1.1 Perumusan dan Batasan Masalah	3
1.2 Tujuan Kegiatan	4
1.3 Sasaran Kegiatan	4
BAB II PELAKSANAAN KEGIATAN	5
2.1. Plasma Cutting	5
2.2. CNC (<i>Computer Numerical Control</i>)	6
2.2. Mesin CNC Plasma Cutter.....	6
BAB III HASIL KEGIATAN DAN PEMBAHASAN	9
3.1. Langkah Kerja	11
3.2. Detail Desain Pemegang Torch.....	14
3.3. Proses Manufaktur	18
BAB IV KESIMPULAN	21
DAFTAR PUSTAKA	vii

Daftar Gambar

Gambar 1. Pagar Bermotif Hasil CNC Plasma Cutting	1
Gambar 2. Hasil Pemotongan CNC Plasma untuk Dekorasi	2
Gambar 3. <i>Scrap</i> hasil pemotongan di bawah mesin dapat melukai kaki operator	3
Gambar 4. Proses Pemotongan Plasma	5
Gambar 5. Beberapa contoh holder untuk torch plasma	7
Gambar 6. Contoh pintu besi minimalis dengan ornamen yang cantik	9
Gambar 7. Pemegang torch pada Sumbu Z CNC Plasma yang akan diperbaiki	11
Gambar 8. Sumbu X CNC Plasma	12
Gambar 9. Sumbu Y CNC Plasma	12
Gambar 10. Desain assembly pemegang torch	13
Gambar 11. Desain pemegang torch pada mesin CNC Plasma	13
Gambar 12. Penjepit torch pada mesin CNC Plasma	14
Gambar 13. Proses pengeboran (<i>drilling</i>)	18
Gambar 14. Proses pengelasan (<i>welding</i>)	19
Gambar 15. Proses perakitan (<i>assembly</i>)	19
Gambar 16. Perbandingan pemegang torch	20

BAB I TUJUAN DAN SASARAN

Tren teknologi manufaktur saat ini telah beralih dari *mass production* menjadi *mass customization* sebagaimana konsep teknologi masa depan yang kerap dinamakan sebagai Industry 4.0. Dimana jumlah varian produk menjadi penentu bagi konsumen untuk menerima produk yang ditawarkan. Tren tersebut juga dirasakan dalam usaha di bidang dekorasi menggunakan plat besi, yang biasa diaplikasikan untuk pagar, partisi, interior, maupun kaligrafi (Gambar 1 dan 2).



Gambar 1. Pagar Bermotif Hasil CNC Plasma Cutting
(Sumber: <https://www.instagram.com/rajablasmacutting/>)



Gambar 2. Hasil Pemotongan CNC Plasma untuk Dekorasi

Mesin ini merupakan penggabungan teknologi CNC (Computer Numerical Control). dan router, cutting yang mampu memotong bentuk-bentuk lembaran kayu yang memiliki bentuk yang rumit dan memiliki ketelitian yang presisi dalam pemakanan. Sehingga terbentuklah sebuah mesin pemotong yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan mesin router untuk memotong berbagai bahan seperti kayu, komposit, aluminium, baja, plastic, kaca, dan busa dengan mengadopsi teknologi CNC (*Computer Numerical Control*). Artinya pergerakan pemotongan berasal dari program komputer berdasarkan gambar ataupun desain yang telah dibuat. Gerakan mesin ini berasal dari data digital sehingga dapat disimpan, diulang, dan direview. Mesin CNC plasma yang telah dikembangkan oleh penulis dapat dilihat pada Gambar 3.

Seiring dengan kemajuan zaman dan teknologi, negara-negara di dunia berupaya meningkatkan kekuatan ekonomi dengan mengembangkan kemampuan industri dalam menghasilkan produk yang berkualitas. Kebutuhan konsumen akan kualitas produk yang bagus dengan biaya produksi yang rendah, dan efisiensi waktu yang tepat serta pengolahan material yang baik merupakan hal yang harus dimiliki

perusahaan dalam setiap proses manufakturnya. Segala jenis bahan dapat digunakan di dunia industri sesudah memperoleh berbagai proses pengolahan yaitu; peleburan, pengecoran, pencetakan, pengelasan, perlakuan permukaan, pengerjaan panas, pengerjaan dingin, pemotongan dan perakitan (Kistanto, dkk., 2018:30).



Gambar 3. Scrap hasil pemotongan di bawah mesin dapat melukai kaki operator

Pemesinan dengan plasma cutter menjadi pilihan yang populer karena kemampuannya untuk memotong material yang kuat dan tebal dengan akurasi yang tinggi. Untuk mendukung proses pengelasan dengan plasma cutter, diperlukan sebuah holder yang dapat menahan torch plasma cutter dengan baik sehingga pengelasan dapat dilakukan dengan efisien.

1.1 Perumusan dan Batasan Masalah

Teknologi CNC plasma *cutter* merupakan terobosan bagi pengusaha ornamen untuk menghasilkan produk kustom yang sesuai dengan keinginan kustomer. Namun terkadang keinginan kustomer melebihi dari kapasitas mesin yang dimiliki, oleh karena itu diperlukan teknik dan trik khusus agar pengusaha tetap mendapatkan order tersebut. Dalam kegiatan ini, PT. Bangun Mesin Sejahtera memiliki ukuran mesin CNC plasma *cutter* 2 x 3 meter dan dengan kapasitas potong 1,75 x 2,5 m.

Training yang akan diberikan kepada perusahaan PT. Bangun Mesin Sejahtera adalah khusus untuk order ornamen yang memiliki panjang di atas 2,5 m hingga 3,5 m. Sedangkan untuk lebar ornamen masih sesuai dengan kapasitas mesin, yaitu di bawah 1,75 m.

1.2 Tujuan Kegiatan

Tujuan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini membantu PT. Bangun Mesin Sejahtera untuk merancang dan membuat torch plasma holder yang dapat meningkatkan efisiensi dalam proses pengelasan.

1.3 Sasaran Kegiatan

Sasaran kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut:

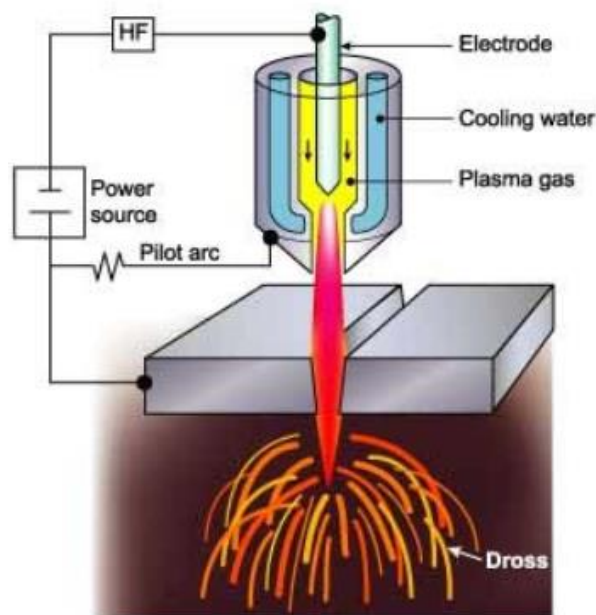
1. Meningkatkan efisiensi dalam proses pengelasan.
2. Mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengelasan.
3. Meningkatkan kualitas pengelasan.
4. Mengurangi biaya produksi.

BAB II PELAKSANAAN KEGIATAN

2.1. Plasma Cutting

Plasma cutting adalah proses yang digunakan untuk memotong logam menggunakan zat plasma. Plasma merupakan fase ke-4 sesudah fase padat, cair, dan gas. Jika es ditambahkan kalor berlebih maka akan berubah menjadi cair, jika zat cair diberikan kalor berlebih maka akan menjadi uap, jika uap diberikan kalor berlebih maka akan menjadi zat plasma. Proses yang terjadi terhadap pemotongan pelat, gas bebas yang terdapat di udara kemudian dikompresi (78% nitrogen, 21% oksigen, 1% argon) ditiup dengan kecepatan tinggi keluar dari nozzle, pada waktu yang sama busur listrik terbentuk melalui gas dari nozzle ke permukaan yang dipotong, kemudian mengubah sebagian udara menjadi plasma (Cahyono dan Arianto, 2017:1).

Kompresor udara, AC steker, catu daya, plasma torch, ground clamp, busur plasma, nozzle dan benda kerja merupakan 8 bagian utama dari mesin Plasma Cutting (Trivedi, dkk., 2017: 697)



Gambar 4. Proses Pemotongan Plasma
(Sumber: Tsiolikas, dkk., 2016:105)

2.2. CNC (*Computer Numerical Control*)

CNC (*Computer Numerical Control*) adalah mesin perkakas di dunia keteknikan yang mempunyai sistem pengontrolan yang dikendalikan komputer sehingga mampu membaca instruksi G-Code yang mengatur sistem peralatan mesinnya, yakni alat mekanik bertenaga mesin yang digunakan untuk membuat benda kerja. (Sumbodo, dkk., 2008: 402).

CNC diterapkan secara luas dalam bidang teknik mesin, terutama dalam bidang industri maupun dunia pendidikan, tipe mesin yang digunakan diantaranya CNC router, lathe, plasma cutter dan 3D printer (Amri dan Sumbodo, 2018: 111). CNC mempunyai berbagai jenis pemrograman yang digunakan, namun yang paling sering digunakan adalah pemrograman absolut dan inkremental. Pemrograman absolut dikenal juga sebagai sistem pemrograman mutlak, dalam prinsipnya titik acuan yang digunakan selalu tetap atau tidak pernah berubah, kelebihan dari pemrograman ini adalah jika terjadi kesalahan dalam mengkoreksi lebih mudah. Pemrograman inkremental merupakan jenis pemrograman yang titik acuannya selalu berubah, yaitu mengacu pada titik akhir dari suatu pengukuran, titik akhir suatu lintasan merupakan titik awal untuk pengukuran lintasan berikutnya (Sumbodo, dkk., 2008: 406)

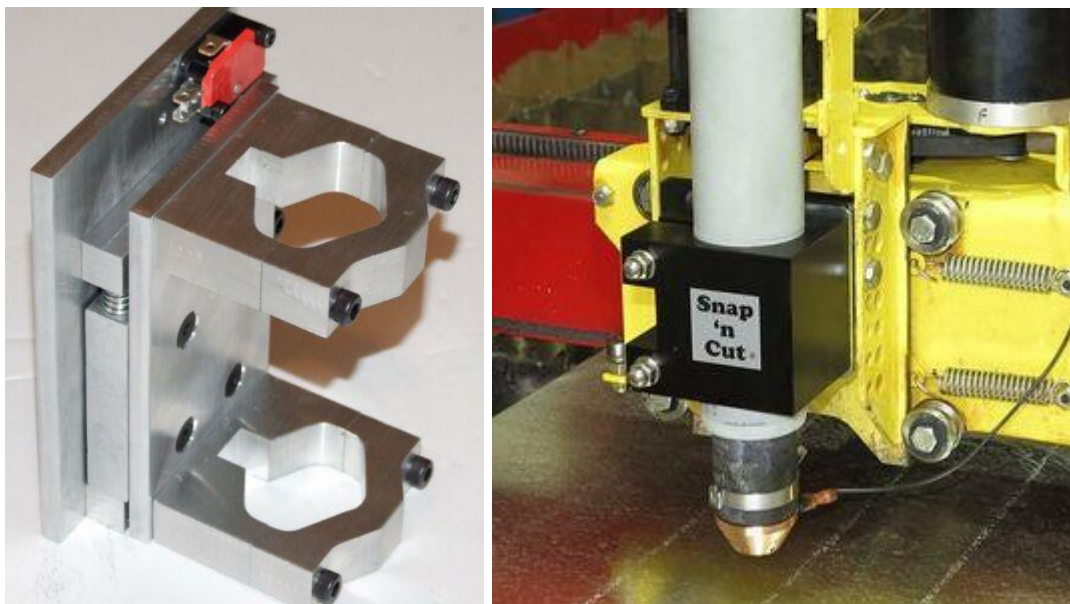
2.2. Mesin CNC Plasma Cutter

Produksi manufaktur tidak terlepas dari proses pemotongan bahan baku, baik bahan baku logam ataupun non logam, namun proses pemotongan logam merupakan aktivitas yang paling sering digunakan dalam industri manufaktur. Pemotongan merupakan proses yang sangat penting karena akan menentukan kualitas bahan yang dipotong pada proses selanjutnya. Terdapat berbagai mesin yang digunakan untuk melakukan proses pemotongan salah satunya adalah mesin plasma cutting. Pemotongan plasma merupakan proses yang digunakan untuk memotong logam dengan menggunakan plasma. Udara yang terkompresi pada proses tersebut dihembuskan dengan kecepatan tinggi dari nozzle dan pada saat yang sama listrik busur terbentuk melalui gas dari nozzle ke permukaan yang telah dipotong dan mengubah sebagian gas tersebut menjadi plasma. Metode pemotongan menggunakan plasma sangat efisien dan menawarkan keuntungan besar dalam hal

kecepatan potong dan biaya awal jika dibandingkan dengan oxyfuel cutting dan water jet cutting (Pawar dan Inamdar, 2017: 75).

Permasalahan dalam penggunaan plasma cutting yang umum terjadi yaitu masih dikontrol menggunakan tangan manusia serta belum dilengkapi peralatan penggerak. Faktor tersebut mengakibatkan kinerja mesin plasma cutting saat pemotongan belum maksimal dan untuk gerakannya tidak stabil karena mesin masih dioperasikan secara manual. Berbanding lurus dengan keadaan dilapangan berkembangnya kebutuhan konsumen dipasaran berupa bahan yang tebal dan keras, tingkat ketepatan dalam ukuran, serta selain itu bentuk yang rumit dan jumlah yang relatif banyak, maka perlu dikembangkan mesin pemotong khusus (Marthana, dkk., 2017: 62).

Mesin plasma cutting yang semula digerakkan secara manual dapat dimodifikasi agar pergerakannya lebih stabil dan konstan, yaitu dengan menggunakan sistem CNC (*Computer Numerical Control*). Prinsip kerja CNC adalah membaca koordinat jarak suatu objek 2D atau 3D kemudian mengubahnya menjadi pemrograman G-Code dengan bantuan komputer melalui software aplikasi, selanjutnya program tersebut akan menggerakkan motor sesuai dengan koordinat objek yang telah ditentukan (Amri dan Sumbodo, 2018: 111).



Gambar 5. Beberapa contoh holder untuk torch plasma

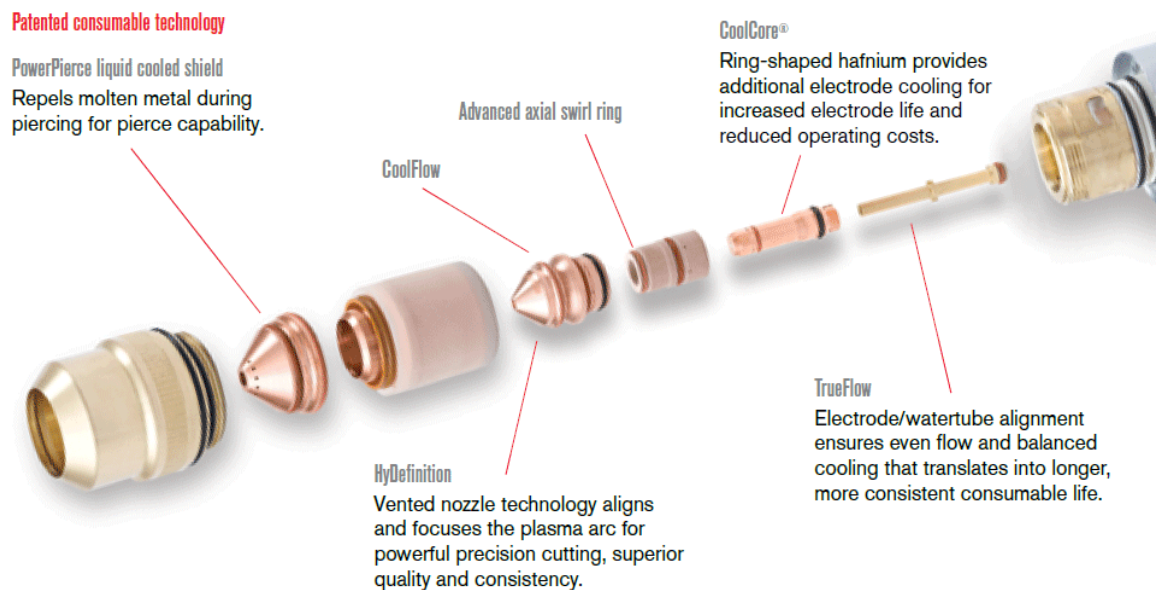
Beberapa manfaat desain torch plasma cutting antara lain:

1. Presisi tinggi: Plasma cutting memungkinkan pemotongan logam dengan presisi tinggi, karena panas yang dihasilkan oleh gas plasma dapat diarahkan dengan tepat pada area yang ingin dipotong.
2. Kecepatan pemotongan: Plasma cutting juga memungkinkan pemotongan logam dengan kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan teknologi pemotongan logam tradisional lainnya. Hal ini terjadi karena plasma cutting mampu memanaskan logam dengan cepat dan efisien.
3. Kemampuan memotong berbagai jenis logam: Plasma cutting dapat memotong berbagai jenis logam, termasuk logam tebal, dengan mudah. Hal ini membuat teknologi ini sangat cocok untuk digunakan di berbagai industri, seperti otomotif, pesawat terbang, dan konstruksi.
4. Harga yang terjangkau: Meskipun teknologi plasma cutting dapat dianggap sebagai teknologi yang canggih, biaya penggunaannya cukup terjangkau. Hal ini membuat teknologi ini sangat populer di kalangan bisnis kecil maupun besar.
5. Kemudahan penggunaan: Plasma cutting mudah digunakan dan dioperasikan oleh operator yang berpengalaman maupun yang tidak berpengalaman. Hal ini memungkinkan teknologi ini digunakan oleh banyak orang dengan berbagai latar belakang pendidikan dan pelatihan.

Dengan berbagai manfaat tersebut, tidak mengherankan jika teknologi torch plasma cutting semakin populer di kalangan industri manufaktur dan konstruksi.

BAB III HASIL KEGIATAN DAN PEMBAHASAN

Holder plasma cutter torch adalah alat yang digunakan untuk memegang dan mengarahkan torch plasma cutting saat melakukan pemotongan logam. Torch pada plasma cutter adalah komponen yang sangat penting dalam teknologi plasma cutting. Torch atau pisau plasma adalah alat yang digunakan untuk memotong logam dengan presisi tinggi menggunakan gas plasma. Secara umum bagian-bagian dari torch dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Contoh pintu besi minimalis dengan ornamen yang cantik

Torch pada plasma cutter terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu:

1. Elektroda: Elektroda adalah bagian pada torch yang berfungsi sebagai penghasil listrik dan menghasilkan busur plasma yang akan digunakan untuk memotong logam.
2. Nozzle: Nozzle atau ujung torch adalah komponen yang berfungsi untuk mengarahkan gas plasma ke area pemotongan. Nozzle biasanya terbuat dari bahan keramik atau tungsten, dan tersedia dalam berbagai ukuran dan bentuk.
3. Shield: Shield atau perisai adalah bagian pada torch yang berfungsi untuk melindungi elektroda dan nozzle dari panas yang dihasilkan oleh gas plasma. Shield juga membantu mempertahankan aliran gas plasma dan meminimalkan risiko percikan api saat pemotongan logam.

4. Collet: Collet adalah bagian pada torch yang berfungsi untuk menahan elektroda dan nozzle pada posisi yang tepat. Collet juga membantu mempertahankan jarak yang tepat antara elektroda dan nozzle untuk menghasilkan busur plasma yang optimal.

Dalam penggunaannya, operator plasma cutter akan memegang dan mengarahkan torch ke logam yang ingin dipotong. Ketika gas plasma dialirkan melalui nozzle, busur plasma terbentuk dan memanaskan logam pada titik pemotongan hingga meleleh dan terpisah.

Dengan komponen-komponen yang ada, torch pada plasma cutter memainkan peran penting dalam proses pemotongan logam dengan plasma cutting dan sangat menentukan kualitas hasil pemotongan.

Fungsi utama dari holder plasma cutter torch adalah:

1. Mempermudah pengoperasian: Dengan menggunakan holder plasma cutter torch, operator dapat dengan mudah memegang dan mengarahkan torch plasma cutting saat melakukan pemotongan logam. Hal ini mempermudah operator untuk memotong logam dengan presisi tinggi.
2. Mengurangi kelelahan: Holder plasma cutter torch juga membantu mengurangi kelelahan operator saat melakukan pemotongan logam. Dengan memegang dan mengarahkan torch plasma cutting dengan bantuan holder, operator tidak perlu lagi memegang torch secara langsung, sehingga mengurangi kelelahan di tangan dan lengan.
3. Memperpanjang umur alat: Dengan menggunakan holder plasma cutter torch, operator juga dapat memperpanjang umur alat, karena holder dapat membantu melindungi torch plasma cutting dari kerusakan akibat pemakaian yang tidak benar atau kecelakaan saat melakukan pemotongan logam.
4. Mengurangi risiko kecelakaan: Holder plasma cutter torch juga dapat membantu mengurangi risiko kecelakaan saat melakukan pemotongan logam. Dengan memegang torch plasma cutting dengan bantuan holder, operator dapat mengurangi risiko terkena panas yang dihasilkan oleh gas plasma, serta menghindari kontak langsung dengan logam yang sedang dipotong.

Dalam keseluruhan, holder plasma cutter torch sangat penting dalam menjaga kinerja dan efektivitas dari teknologi plasma cutting, serta memastikan keselamatan operator saat melakukan pemotongan logam.

3.1. Langkah Kerja

Perancangan ulang sumbu Z CNC plasma cutting dilakukan beberapa tahapan proses sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data

Pengambilan data dapat dilakukan dengan cara melakukan pengukuran langsung tiap-tiap komponen. Pengukuran ini dilakukan dengan bantuan *Vernier calipers* (jangka sorong), mistar, dan meteran. Sketsa yang dibuat berdasarkan pengukuran langsung yang akan digunakan dalam pembuatan gambar CAD di komputer/laptop. Melakukan wawancara kepada operator mesin CNC plasma mengenai bentuk produk yang diinginkan dan kelemahan produk guna menetapkan perbaikan dan perancangan apa yang akan digunakan.



Gambar 7. Pemegang torch pada Sumbu Z CNC Plasma yang akan diperbaiki

Kendala yang sering terjadi pada sumbu X dan sumbu Y pada saat berjalan sering tersendat-sendat (Gambar 8 dan 9). Hal ini dapat menyebabkan kerusakan dini pada *bearing* maupun *linier bearing*. Hal ini juga mempengaruhi kualitas pemotongan plat yang tidak sesuai ukuran desain.

2. Pembuatan Rancangan Desain

Dari data yang diperoleh, kemudian data tersebut diolah menjadi informasi yang berguna berupa gambar 3D seperti yang terlihat pada Gambar 10. Dalam pembuatan desain Software yang digunakan adalah *Autodesk Fusion 360*.

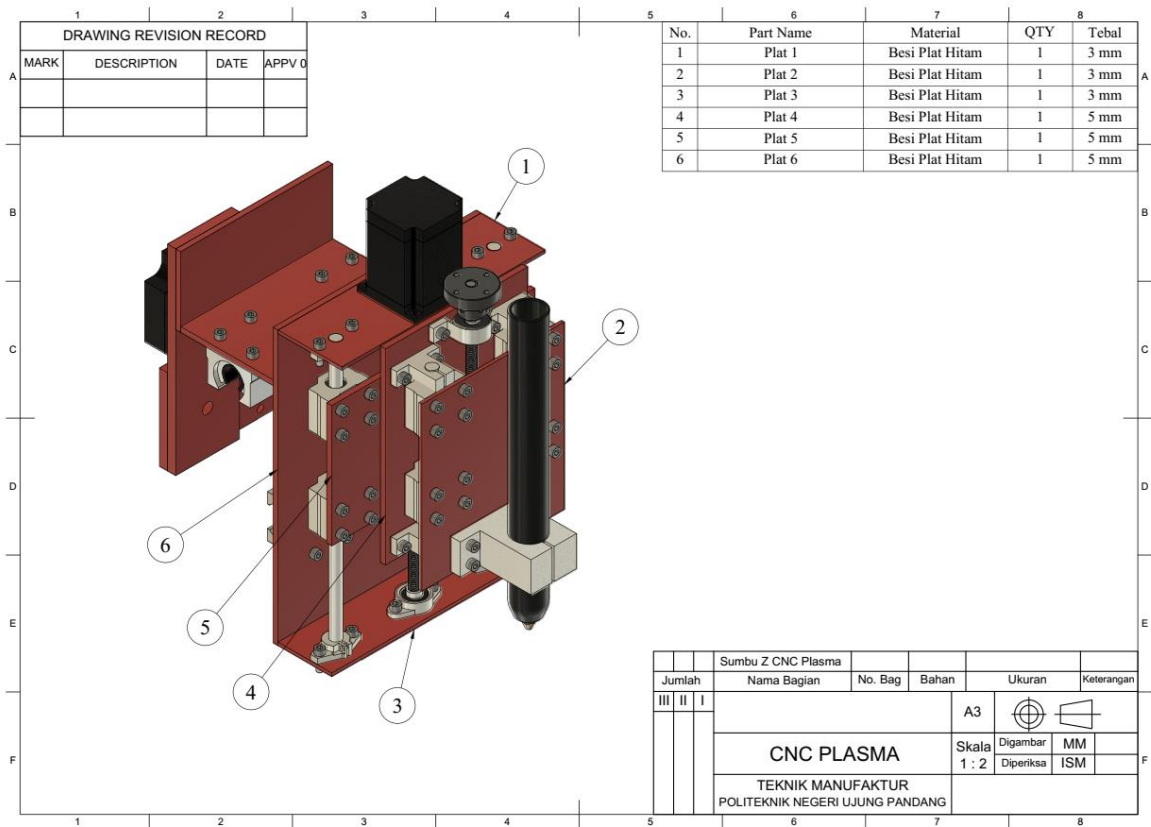
Autodesk Fusion 360 merupakan *software* program mekanikal 3D CAD (*computer aided design*) yang berjalan pada Microsoft Windows.



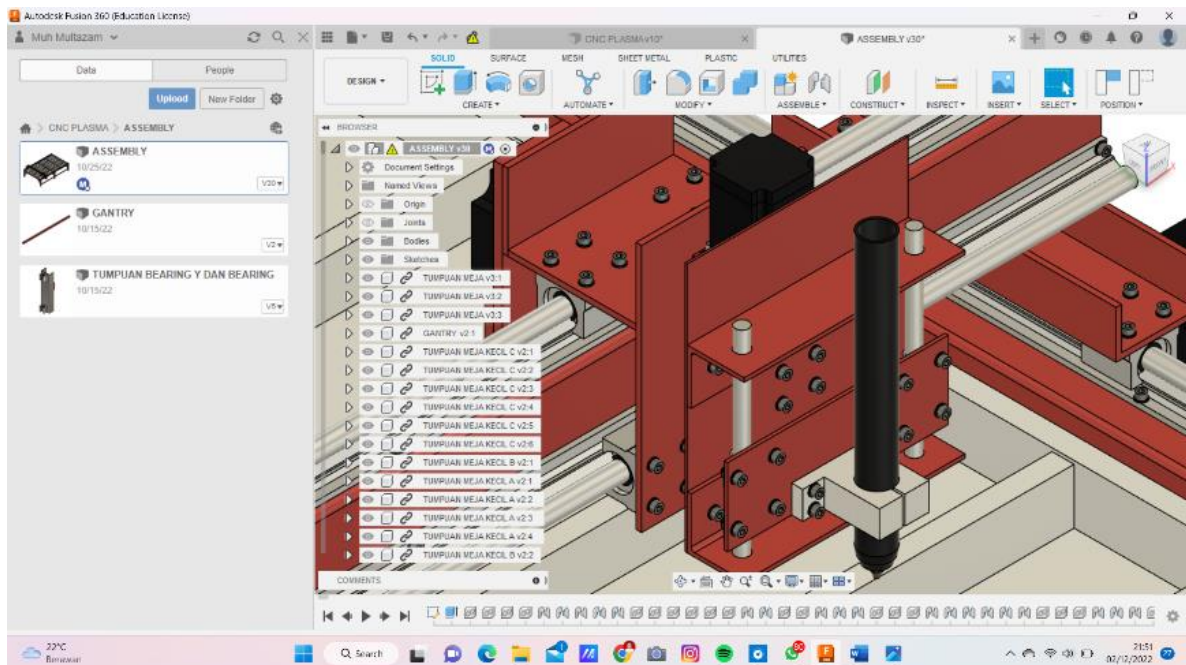
Gambar 8. Sumbu X CNC Plasma



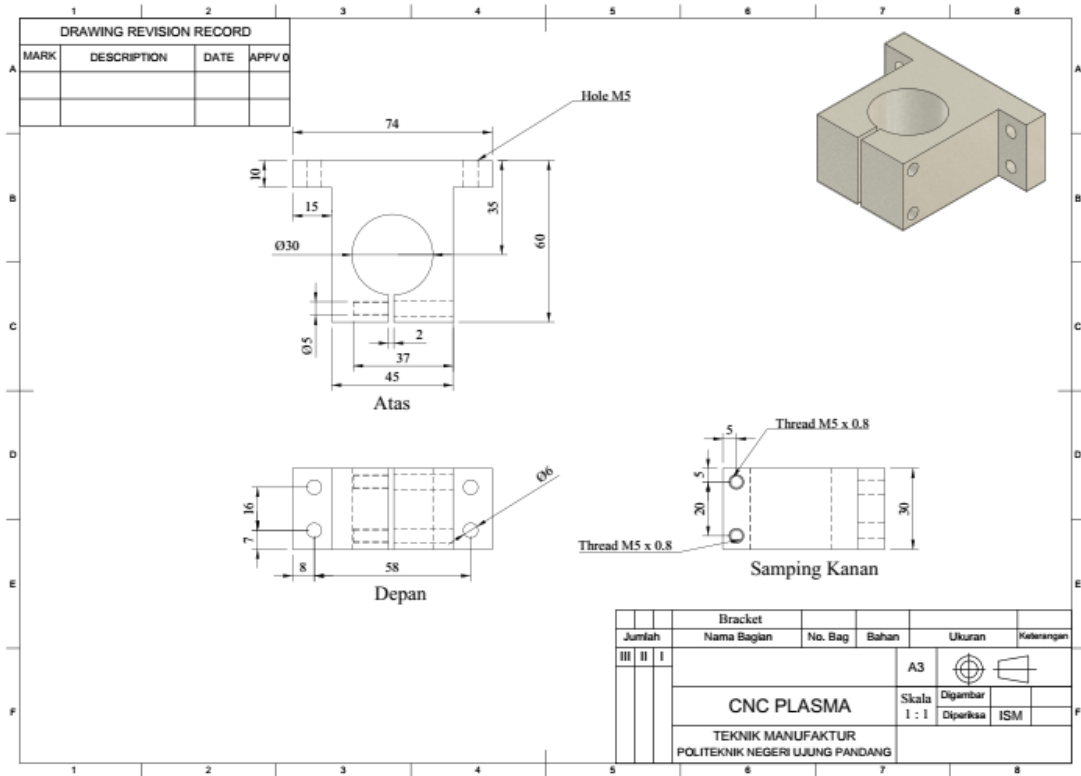
Gambar 9. Sumbu Y CNC Plasma



Gambar 10. Desain assembly pemegang torch



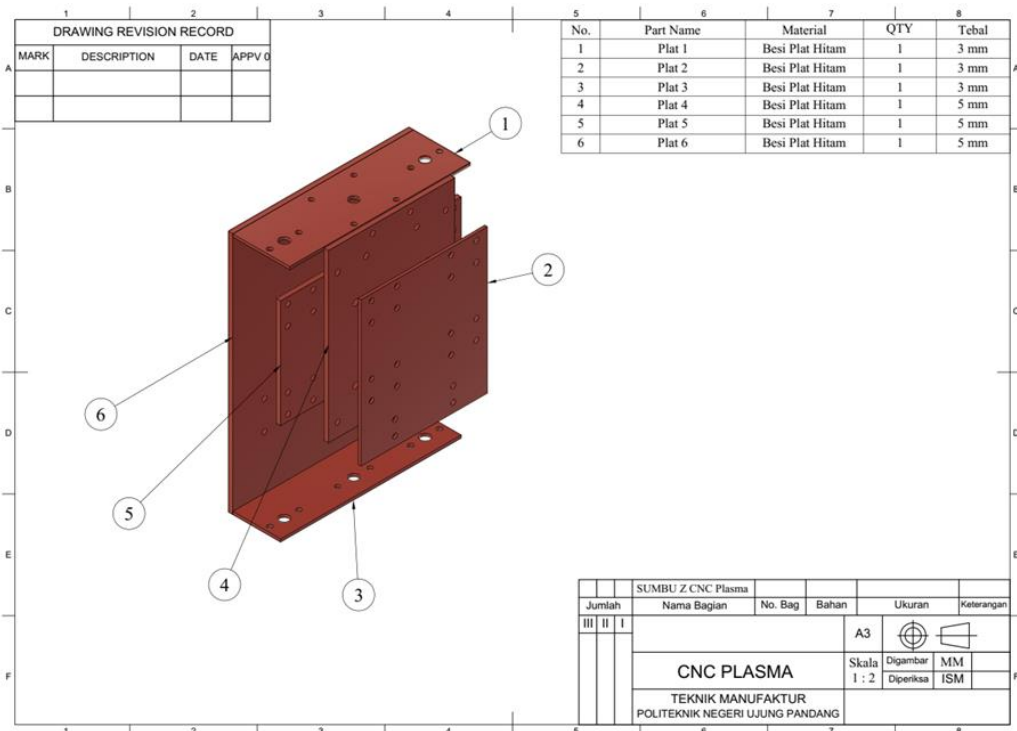
Gambar 11. Desain pemegang torch pada mesin CNC Plasma

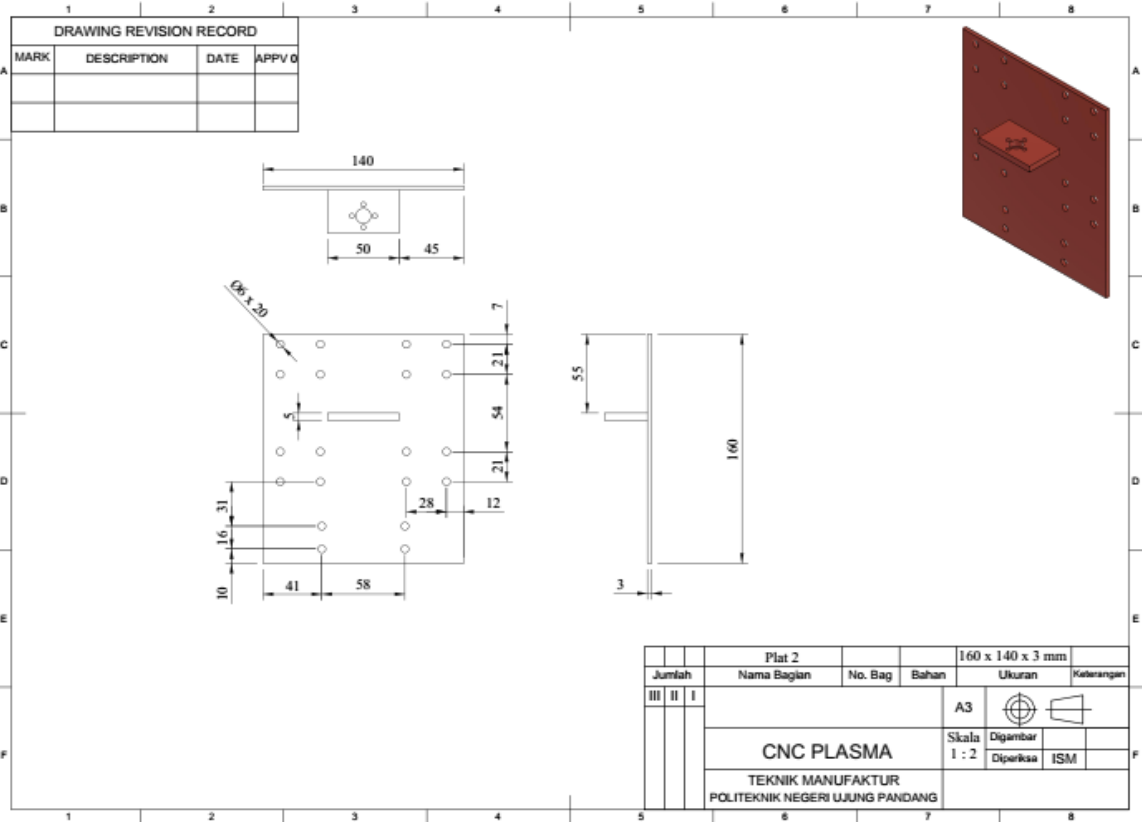
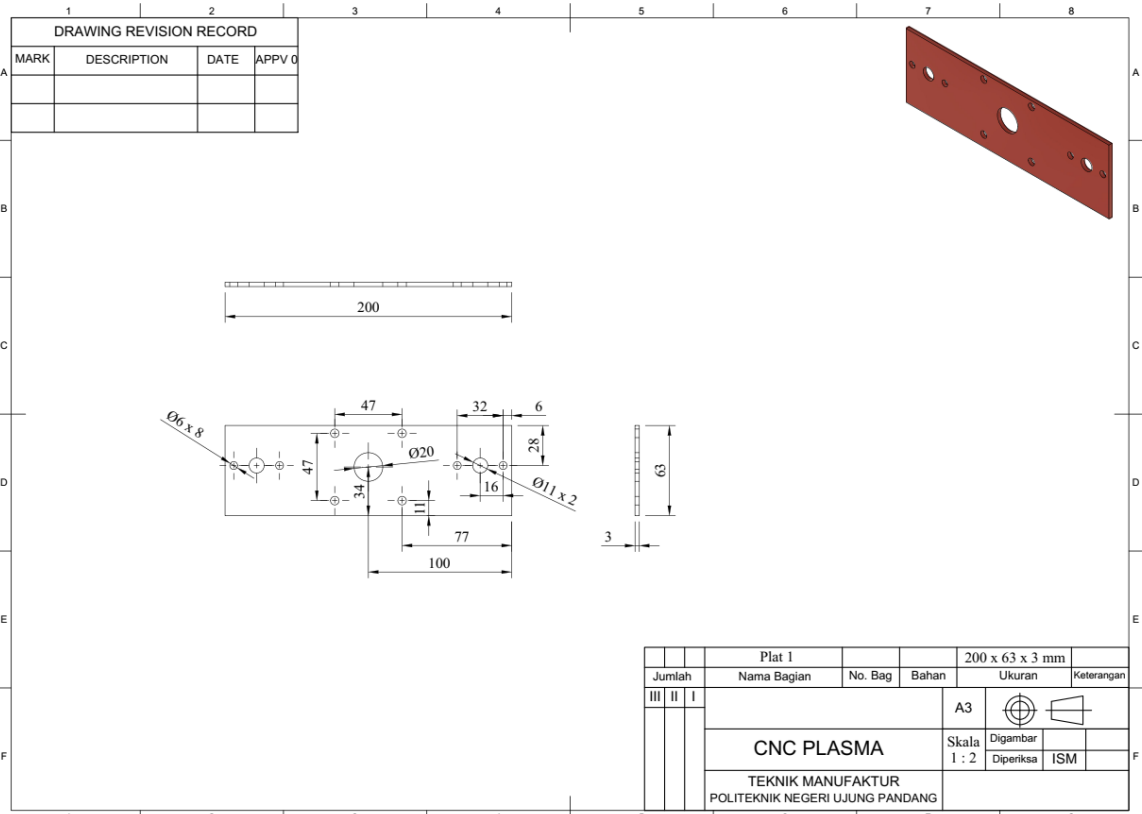


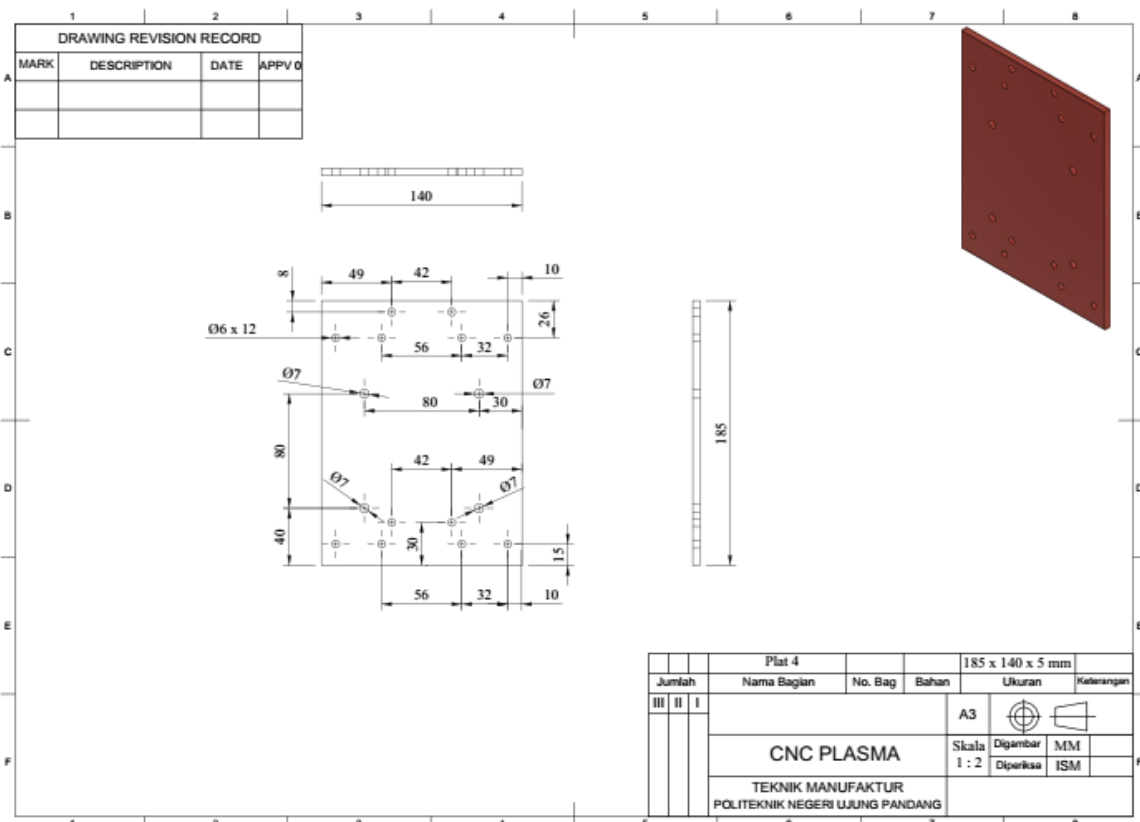
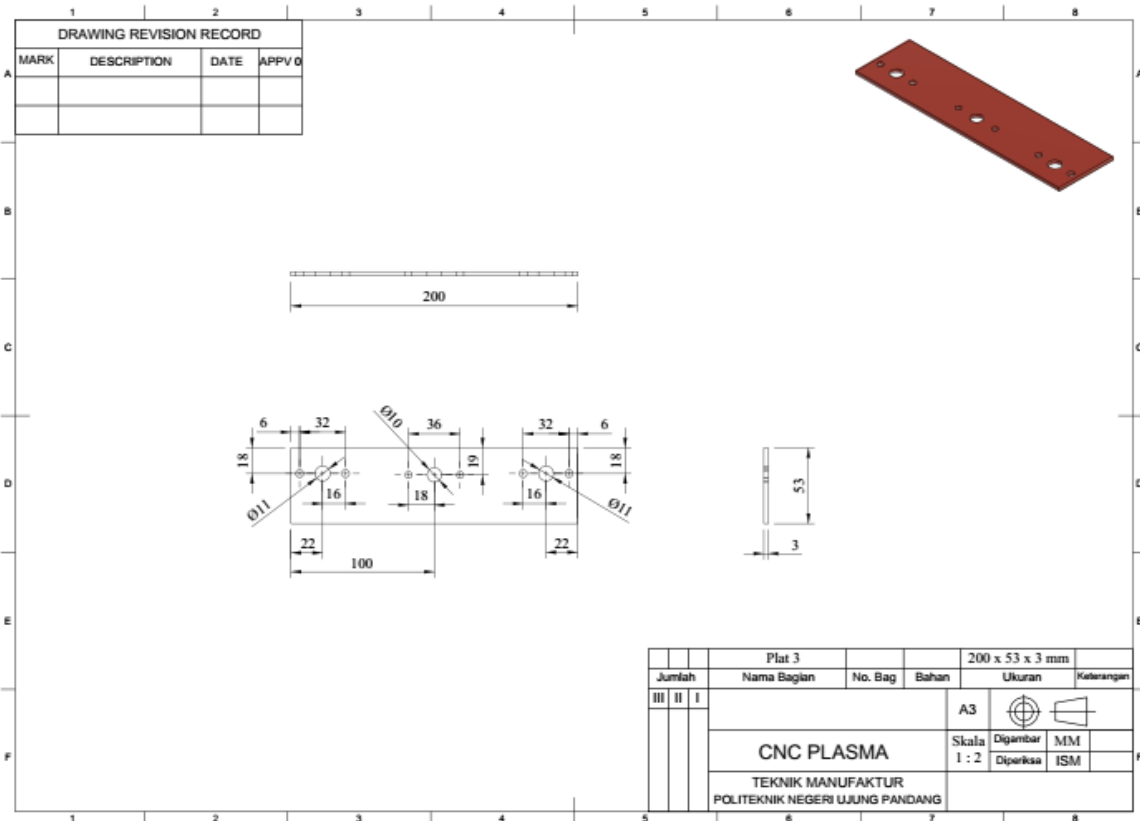
Gambar 12. Penjepit torch pada mesin CNC Plasma

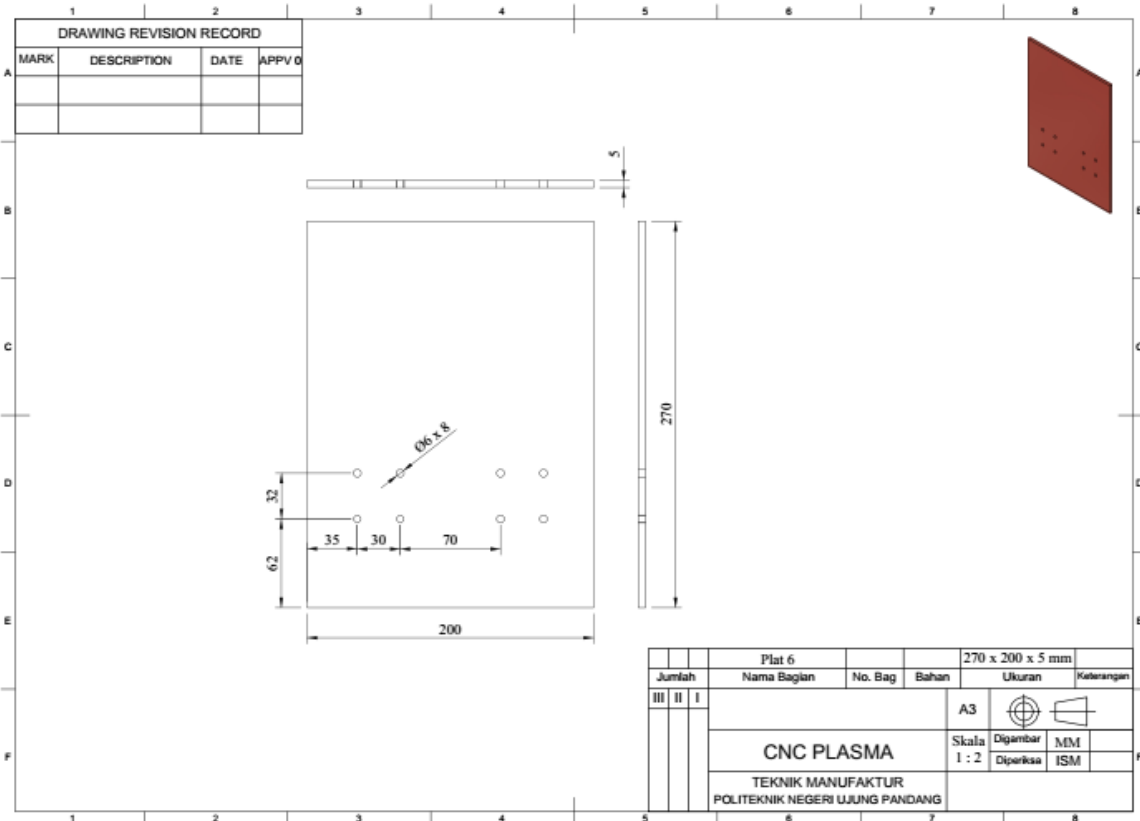
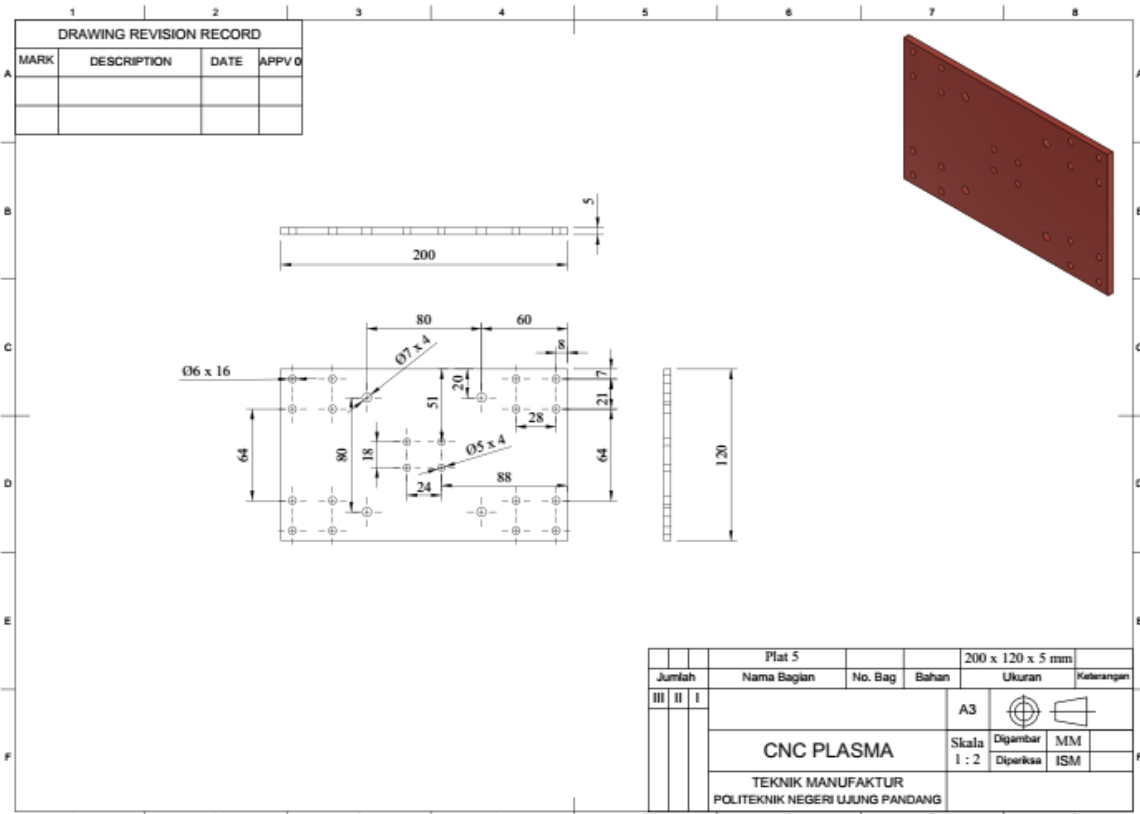
3.2. Detail Desain Pemegang Torch

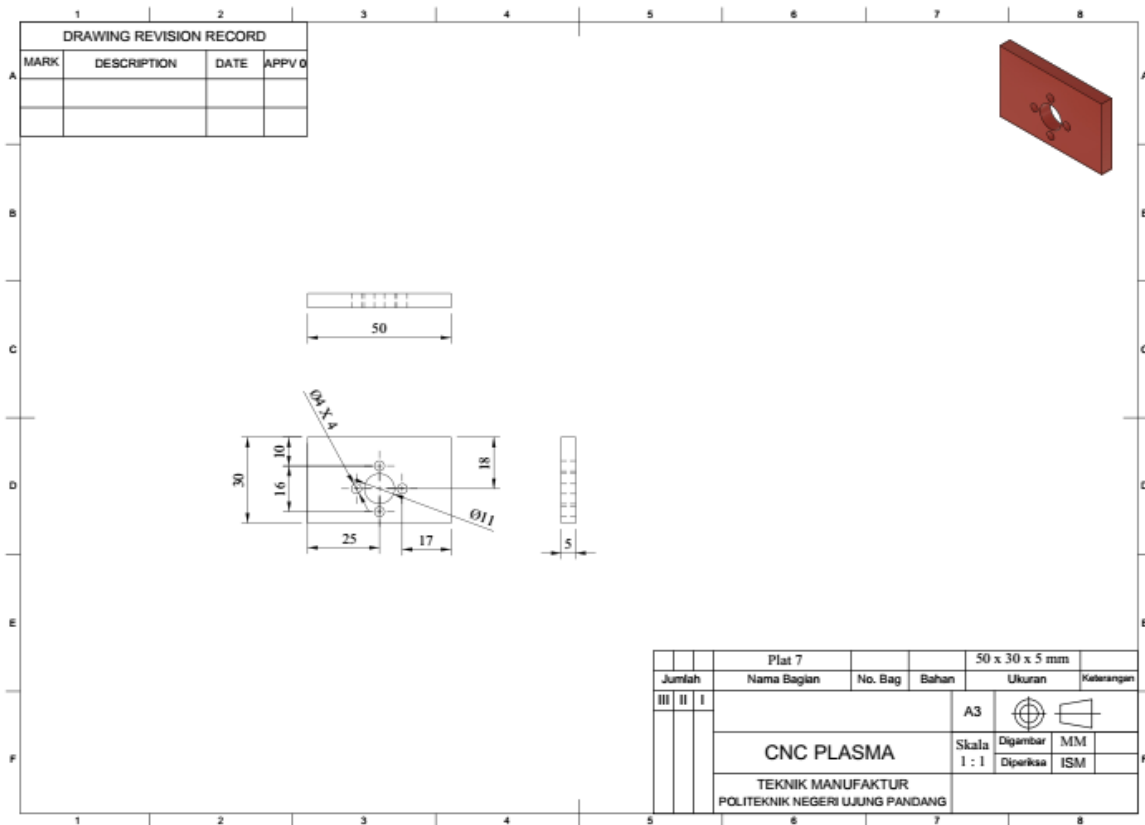
Berikut adalah gambar-gambar teknik dari detail desain dari Gambar 10.









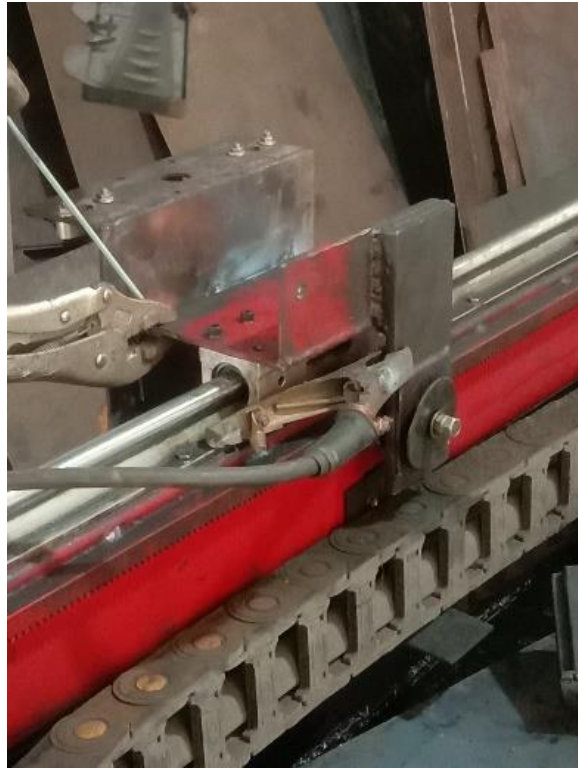


3.3. Proses Manufaktur

Setelah melakukan pembelian komponen, selanjutnya memastikan ukuran komponen-komponen yang sudah dibeli apakah sesuai dengan ukuran yang sudah di desain. Selanjutnya dilakukan proses manufaktur yang berupa pengeboran, pengelasan, dan perakitan tiap-tiap komponen.



Gambar 13. Proses pengeboran (*drilling*)



Gambar 14. Proses pengelasan (*welding*)



Gambar 15. Proses perakitan (*assembly*)



Gambar 16. Perbandingan pemegang torch sebelum (kiri) dan sesudah perbaikan (kanan). Terlihat pemegang torch yang baru lebih kokoh dibandingkan sebelumnya.

BAB IV KESIMPULAN

Dalam proses pengembangan mesin CNC Plasma Cutting menggunakan metode *reverse engineering*. *Reverse engineering* merupakan proses analisis suatu sistem melalui identifikasi komponen-komponennya dan keterkaitan antar komponen, serta mengekstraksi dan membuat abstraksi dan informasi perancangan dari sistem yang dianalisa tersebut. Tujuan utama dari metode ini adalah mengembangkan produk baru dengan memperbaiki *design eksisting* dengan mempertimbangkan pengalaman pengguna serta kelemahan produk. *Reverse engineering* sebenarnya sudah banyak diterapkan di industri.

Ada beberapa tahapan yang harus dilakukan dalam pengembangan mesin CNC Plasma Cutting adalah *evaluate existing sample product*, *design development*, dan *manufacturing process*. Pada *Reverse engineering* dimulai dengan mengevaluasi produk yang sudah ada berupa pengukuran, dokumentasi, dan menganalisa kelemahan produk. Kemudian membuat desain dan melakukan pengembangan terhadap produk berdasarkan hasil dari evaluasi produk. Setelah konsep rancangan baru telah memenuhi persyaratan desain, produk dapat di produksi untuk mengganti bagian/komponen yang rusak.

DAFTAR PUSTAKA

Amri, A. A. N. dan W. Sumbodo. 2018. Perancangan 3D Printer Tipe Core XY Berbasis Fused Deposition Modeling (FDM) Menggunakan Software Autodesk Inventor 2015. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*. 3(2): 110-115.

Cahyono, E. dan B. M. Arianto. 2017. Rancang Bangun Meja Mesin Plasma Cutting Dengan Gerak 3 Axis X, Y, Z, Menggunakan Motor Stepper Berbasis Arduino. *Tugas Akhir*. Program Studi Diploma III. Institut Sepuluh Nopember. Surabaya.

Kistanto, A. R., B. Lipito dan F. Daise. 2018. Desain Sistem Mekanik Plasma Cutter Menggunakan Prinsip Run Stabilizer Process. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo* 3(1): 29-43.

Martana, B., Y. Djaya dan M. A. Lukmana. 2017. Development of Plate Cutting CNC with Laser Cutter and Stepper Motor Driver. *Prosiding SNTTM XVI*. Jakarta Selatan. 62-66.

Pawar, S. S. dan K. H. Inamdar. 2017. Experimental Analysis of Plasma Arc Cutting Process for SS 316l Plates. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*. e-ISSN: 2278-1684, p-ISSN: 2320-334X : 75-80

Sumbodo, W. Dkk. 2008. *Teknik Mesin Industri*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

Trivedi, K. H., J. P. Mehta dan D. P. Kundaliya. 2017. Design and Development Of Three Axis Plasma Cutting Machine. *IJARIIIE*. 3(3): 694-703.