



Perancangan dan Pembuatan Mesin Grinda Mantis Chip (GMC) Untuk Mengoptimalkan Proses Pengrindaan Chip Di PT. Promanufacture Indonesia

Oktavianus Ardhian Nugroho¹, Kevin Yonathan Antonio², Guruh Purwanto³,

^{1,2}Program Studi Mesin Industri, Politeknik Industri ATMI, Cikaranga

³PT. Promanufacture Indonesia, Semarang

Email : ardhianatmi@gmail.com

Received: 19 November 2024; Received in revised form: 12 Desember 2024; Accepted: 24 Desember 2024

Abstract

PT. Promanufacture Indonesia is engaged in the field of biotechnology that produces laboratory equipment. One of the devices being developed is the Mantis-Tempest Chip (MTC) machine. In this tool, development, and modifications are made to the design of the chip. The chip developed is a laboratory instrument used for dispensing reagent with a microfluid system and can produce weight with precise volumes from various types of samples with a certain viscosity value. In the chip manufacturing process there is 1 process that is considered complicated, this process is a laser process used to give a number to the chip. To carry out this process beforehand, it is necessary to carry out a surface smoothing process on the part to be lasered. So far, this process is still done manually by sanding the chips one by one. Therefore, the time required for the laser process is long. The purpose of this research is to create a grinding machine that is specifically for the chip grinding process, with a position that can be adjusted the height of the grinding eye, this machine will later be used by the production division at PT. Promanufacture in an effort to speed up the processing process and increase the speed and number of chips that can be lasered. The results of this research were obtained a Grinding Mantis Chip (GMC) machine with dimensions of 170 x 110 x 50 mm, equipped with a grinding position that can be adjusted at a height of 45mm to 55mm, and can flatten the chip surface evenly, and consistently. In addition, the results of the GMC engine that has been made and tested can perform the process of scanning 6 chips simultaneously within 32 seconds so as to optimize the previously existing process.

Keywords: Adjustable, Chip, Smoothness, Mantis, Grinding machine.

Abstrak

PT. Promanufacture Indonesia bergerak di bidang bioteknologi yang memproduksi alat laboratorium. Salah satu perangkat yang sedang dikembangkan adalah mesin Mantis-Tempest Chip (MTC). Pada alat ini pengembangan, dan modifikasi dilakukan pada desain dari chip. Chip yang dikembangkan merupakan instrument laboratorium yang digunakan untuk *dispensing reagent* dengan sistem *mikrofluida* dan dapat menghasilkan berat dengan volume yang presisi dari berbagai jenis sampel dengan nilai *viskositas* tertentu. Dalam proses manufaktur chip ada 1 proses yang dianggap rumit, proses ini adalah proses lasering yang digunakan untuk memberikan penomoran pada chip. Untuk melakukan proses ini sebelumnya perlu dilakukan proses penghalusan permukaan pada bagian yang akan dilasering. Selama ini proses ini masih dilakukan secara manual dengan cara mengamplas satu persatu chip. Oleh sebab itu waktu yang dibutuhkan untuk proses lasering menjadi lama. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sebuah mesin grinding yang dikhususkan untuk proses pengrindaan chip, dengan posisi yang bisa diatur ketinggian mata grindanya, mesin ini nantinya akan digunakan oleh divisi produksi di PT. Promanufacture dalam upaya mempercepat proses pengrindaan dan meningkatkan kecepatan dan jumlah chip yang bisa di lasering penomoran. Hasil dari penelitian ini didapatkan sebuah mesin *Grinding Mantis Chip* (GMC) dengan dimensi 170 x 110 x 50 mm, dilengkapi posisi grinda yang bisa diadjustable pada ketinggian 45mm sampai 55mm, dan bisa mengerinda permukaan chip secara merata, dan

konsisten. Selain itu hasil mesin GMC yang sudah dibuat dan diuji ini dapat melakukan proses penggrindaan 6 chip bersamaan dalam waktu 32 detik sehingga mengoptimalkan proses yang sebelumnya ada.

Kata kunci: *Adjustable, Chip, Kehalusan, Mantis, Mesin gerinda*

1. PENDAHULUAN

Ada berbagai mesin yang digunakan dalam proses manufaktur salah satu mesin yang menunjang proses manufaktur ialah mesin gerinda. Mesin gerinda berfungsi memotong logam melalui gesekan secara abrasif. Proses ini sering digunakan untuk finishing seperti memperhalus dan membuat ukuran yang presisi pada permukaan benda kerja [1]. Kegunaan dari proses ini antara lain untuk mengasah mata gerinda dan pahat, untuk mempersiapkan permukaan benda kerja agar bisa diproses selanjutnya, contohnya seperti pengelasan dll, dan juga biasanya digunakan untuk finishing permukaan, seperti permukaan silinder, datar atau permukaan bagian dalam. PT. Promanufacture Indonesia, didirikan pada tahun 2006 berlokasi di kota Salatiga, Jawa Tengah. PT. Promanufacture Indonesia merupakan salah satu bagian dari Formulatrix, perusahaan bioteknologi ini berasal dari Amerika Serikat yang memproduksi alat/instrument laboratorium secara otomatis. Pada awal didirikannya perusahaan, Formulatrix hanya menyediakan perangkat lunak otomatisasi proses kristalisasi protein, seiring berjalannya waktu banyak proyek-proyek yang mengharuskan perusahaan ini membuat mesin mesin laboratorium. Salah satu perangkat laboratorium yang dibuat di perusahaan ini adalah proyek Mantis-Tempest Chip (MTC). Mesin MTC yang ditunjukkan pada Gambar 1 merupakan pengembangan, penelitian dan modifikasi desain dari *Chip Mantis-Tempest (CMT)* sebelumnya [2].



Gambar 1. Mesin *Mantis-Tempest Chip (MTC)* [2]

Dalam proses pengembangannya ada 1 bagian pada mesin MTC yang memiliki peranan penting, bagian ini sering disebut chip. Chip yang ditunjukkan pada Gambar 2 merupakan sebuah bagian dari instrument laboratorium MTC yang merujuk pada proses dispensing reagen pada sistem mikrofluida yang dapat menghasilkan ukuran berat dan volume secara presisi pada berbagai jenis sampel dengan viskositas cairan tertentu [3].



Gambar 2. Bentuk Desain Chip Pada Mesin MTC Dan Bagian Yang Lasering

Mesin MTC menggunakan chip *microfluidik* untuk proses dispensing cairan dengan mengatur dan mengalirkan cairan dalam volume kecil dengan tingkat presisi tinggi. Ada banyak langkah dalam proses pembuatan chip, dari proses pembuatannya ada salah satu proses yang paling penting adalah proses lasering. Lasering pada chip bertujuan untuk proses penomoran chip supaya chip tidak tertukar, proses ini memerlukan permukaan chip yang halus dan rata supaya nomor dan seri yang tertera dapat terlihat dengan jelas, Gambar 2 juga menunjukkan ketidakjelasan penomoran pada permukaan chip setelah proses lasering. Chip hasil produksi memiliki ukuran yang berbeda-beda oleh karena itu proses pengrindaan juga berfungsi untuk mempresisikan ukuran chip supaya memiliki volume yang sama. Material chip dibuat menggunakan material polypropylene dan nilon yang memiliki karakteristik elastis, kekuatannya tinggi, kemampuannya mempertahankan bentuk, serta memiliki ketahanan terhadap aliran Listrik, dan mudah di daur ulang. Dengan menggunakan material dan tingkat kehalusan N5 hasil lasering untuk penamaan dipastikan akan memiliki tingkat keberhasilan yang tinggi.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sebuah alat yang bisa dipakai dalam proses penghalusan permukaan chip secara presisi dan cepat, hal ini yang mendasari pembuatan sebuah mesin Grinda Mantis Chip (GMC). Di proses manufacturing chip sebenarnya sudah ada proses pengrindaan, tetapi pada kenyataannya proses pengrindaan awal dirasa kurang optimal. Hal ini disebabkan karena posisi mata mata gerinda hanya mampu berada pada satu posisi saja dan membuat mata gerinda menjadi cepat aus dan hasil surface chip kurang maksimal. Karena ketidak maksimalan tersebut, proses penghalusan dilanjutkan proses penghalusannya menggunakan amplas sehingga bergantung pada tenaga manusia seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses Pengerindaan Chip Nylon

Pada penelitian sebelumnya oleh G.Onwuka, dan K. Abou-El-Hosseini. Pada sistem permesinan presisi ultra-tinggi yang dapat berulang kali menghasilkan dimensi skala kecil yang tepat. Pengembangan mesin gerinda presisi ultra-tinggi saat ini sistem telah meningkat pada bidang stabilitas termal, kekakuan dan kelembapan gerakan, dan presisi ultra-tinggi penggerindaan spindle. Dengan evolusi teknik penggerindaan konvensional menjadi penggerindaan presisi dan ultra-presisi (UHPG), UHPG proses sekarang dapat bersaing dengan berlian presisi sangat tinggi serupa yang dikerjakan melalui pembubutan, tetapi sistem UHPG ini masih jarang dipakai karena biaya operasionalnya mahal [1] [4].

Pada penelitian lain yang dilakukan M Leonesio, dalam merancang sebuah mesin gerinda ada parameter yang mempengaruhi mekanisme penggerindaan Perpindahan gaya tangensial dan normal menjadi terganggu oleh getaran yang disebabkan oleh gaya gerinda, dari penelitiannya proses desain mesin gerinda, harus dilihat sifat desain geometris yang optimal untuk bentuk mode struktural mesin gerinda yang dominan [5]. Penelitian lain oleh Thomas G.Bifano, dalam penelitiannya penggerindaan dilakukan pada material bahan yang biasanya dianggap "rapuh" hasilnya material hasil grinda lebih banyak mengalami deformasi plastis daripada patah. Sehingga menurut mereka proses pengrindaan hanya yang dapat dilakukan untuk proses pemolesan di akhir proses [6]. Dari kedua penelitian ini maka

proses penggrindaan sangat cocok untuk proses penghalusan permukaan pada chip. Untuk posisi motor gerinda dan posisi penggrindaan penelitian yang pernah dilakukan adalah penelitian pembuatan dudukan gerinda oleh Triono, pada penelitiannya dia mengembangkan rancangan dudukan gerinda bagi pekerja yang menggunakan mesin gerinda tangan. Dari hasil penelitiannya berhasil dirancang dudukan gerinda yang ergonomis lebih merasa aman dan nyaman dalam mengoperasikan [7] tetapi dudukan ini tidak bisa digunakan untuk menggrinda pada ketebalan kurang dari 1 mm, sedangkan pada penggrindaan chip diperlukan pengurangan ukuran kurang dari 1 mm.

Dari penelitian-penelitian sebelumnya belum ada yang pernah meneliti proses *adjustable* sampai dengan ukuran 1 mm pada dudukan gerinda dan masih menggunakan proses pemolesan setelah proses pengerindaan. Oleh karena itu, dari hasil penelitian telah berhasil merancang dan membuat sebuah mesin gerinda chip mantis yang dapat *adjustable*, dengan mengatur ketinggian mata gerindanya. Dari hasil rancang bangun mesin ini proses pengerindaan mantis chip tidak perlu melakukan lagi proses penghalusan secara manual dan mendapatkan hasil penyayatan secara merata, konsisten, dan tahan lama. Alat yang dibuat juga memudahkan user agar dalam mengatur ketinggian mata gerinda saat proses menghaluskan permukaan chip.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode perancangan studi kasus [8] metode ini dipakai berdasarkan permasalahan yang muncul di PT. Promanufacture Indonesia. Selain itu penggunaan matrik morfologi [9] dalam perancangannya dipakai untuk menganalisa rancangan desain terbaik yang akan dipakai. Dalam studi kasus yang jadi objek penelitian adalah aktivitas di tempat PT. Promanufacture Indonesia. Dari hasil studi didapatkan permasalahan pada proses pembuatan chip di mesin MTC. Bagian *part* yang dimaksud adalah bagian yang akan digrinda berupa chip. Chip ini merupakan salah satu syarat komponen dari mesin Mantis yang diproduksi oleh PT. Promanufacture Indonesia, agar mesin ini bisa bergerak sesuai siklus maka chip ini harus terlebih dahulu digrinda sampai mendapati tingkat kehalusan permukaan yang tinggi (kurang dari N5) dan ketebalan khusus. Chip ini berbahan dasar utama dari polypropylene dan nilon. Untuk pembuatan chip ini diawali dengan membuat design yang kemudian dikerjakan dengan menggunakan injection molding. Setelah itu dilanjutkan dengan proses bounding untuk membuat chip agar bisa menjadi 1 kesatuan. Setelah itu barulah dilakukan proses penggerindaan untuk chipnya pada bagian belakang dan selanjutnya dilakukan proses penomoran dengan proses lasering. Karena hasil dari bounding hasil chip tidak akan memiliki surface yang halus. Maka dari itu perlu untuk dilakukan proses penggerindaan pada bagian chip yang belakang agar hasilnya halus dan dapat dilakukan proses selanjutnya yaitu proses lasering yang tujuannya adalah memberikan serial number pada chip agar tidak tertukar antar chip satu dengan yang lainnya.

2.1. Pembuatan *Requirement List*

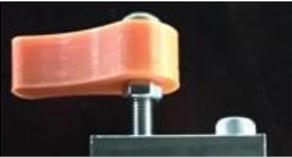
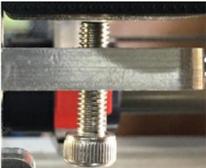
Hal pertama yang dilakukan adalah membuat *requirement list*. Dalam *requirement list* ini terdapat *demand* (D) dan *wishes* (W) [10]. Kemudian *demand* dan *wishes* tadi akan dikelompokkan dan dipisah-pisahkan dalam klasifikasi perancangan. Berikut ini daftar kehendak dalam pembuatan: 1. Pengoperasiannya saat melakukan adjusternya harus dari atas (D), 2. Untuk baut kunci toolnya harus seragam (tidak beda-beda kunci) (D), 3. Baut yang digunakan harus tersedia di PT. Promanufacture Indonesia (D), 4. Aman dan mudah untuk pengoperasiannya (D), 5. Design simple (W), 6. Penggunaan material yang digunakan harus menggunakan material sisa yang tersedia di PT. Promanufacture Indonesia (PLA, Duralium) (D), 7. Tidak memerlukan tempat yang luas (D), 8. Mudah dalam perawatan dan bisa dibongkar pasang (D), 9. Tidak perlu skill khusus untuk pengoperasiannya (W), 10. Dimensi bracket yang dibuat tidak melebihi dari ukuran yang tersedia 170 x 110 x 50 mm (D).

3.2. Pembuatan Matrix Morfologi

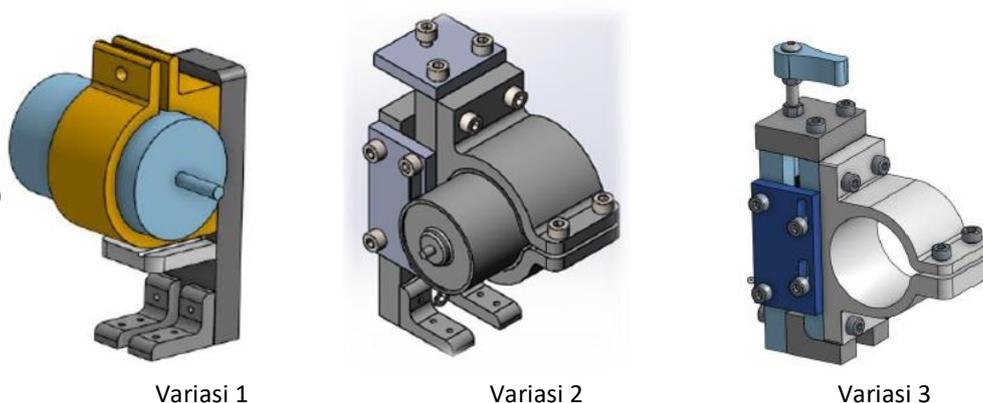
Setelah dibuat struktur fungsi secara keseluruhan, maka selanjutnya menerjemahkannya menjadi matriks prinsip solusi atau sering disebut matrik morfologi [9]. Matriks ini terdiri dari beberapa komponen utama dari dudukan mesin grinda, jumlah alternatif pada masing-masing kolom dibuat sebanyak mungkin. Hal ini dibuat untuk memudahkan kita dalam membuat sebanyak mungkin variasi solusi. Pada Tabel 1 ini berisi alur metodologi menggunakan matrix morphology. Metode yang dilakukan adalah memberikan variasi variasi untuk pemecahan masalah dalam perancangan. Bentuk sub fungsi yang digunakan dalam penentuan matrix adalah sebagai berikut: 1. Fungsi Penggerak, merupakan komponen

penting berfungsi sebagai motor penggerak untuk mata gerinda agar bisa menyayat, 2. Material rangka, merupakan komponen yang berfungsi untuk sebagai penyangga atau konstruksi terpenting dari dudukan/ bracket ini, 3. Fungsi Penjepit, merupakan komponen yang berfungsi untuk sebagai mencekam motor penggerak yang ada maka dari itu perlu untuk menentukan desain yang tepat, 4. Fungsi Transmisi, merupakan komponen yang berfungsi untuk bagaimana cara kerja agar bisa *adjustable* menggunakan ulir jenis apa yang dibutuhkan, 5. Fungsi Pengunci / *adjustment*, merupakan komponen yang berfungsi untuk cara menggerakkan pengunci tersebut bisa memutar gerak kemudian dapat *adjustable*.

Tabel 1. Matrik Morfologi Perancangan Mesin MCT

No	Sub Fungsi	Variasi A	Variasi B	Variasi C
1	Fungsi Penggerak	Motor Head Kotak 	Motor Head Bulat 	
2	Fungsi Material	Aluminium	Besi	PLA
3	Fungsi Pencekam	3D Print with PLA 	Ring besi 	Ring PVC 
4	Fungsi Adjustment	Ulir Trapesium	Ulir Metris	
5	Fungsi Pengunci	Engsel 	Bentuk Baut 	
ALTERNATIF		1A-2B-3C-4A-5B	1A-2C-3B-4A-5B	1A-2A-3A-4B-5A

Dari matrix morphology pada Tabel 1 di atas, dapat ditemukan 3 kombinasi dalam rancangan desain. Gambar 4 menunjukkan beberapa bentuk desain *alternatif* yang dibuat. Desain ini kemudian diberi nilai dengan melihat poin kemudahan dan proses pembuatannya.



Gambar 4. Bentuk Desain Dari Masing Masing Variasi

3.2. Penentuan alternatif desain

Langkah selanjutnya adalah memberikan evaluasi dan penilaian setiap mekanisme yang akan digunakan dan dilanjutkan dengan mengidentifikasi variasi yang terbaik [11, 12]. Penilaian menggunakan

skala 1 sampai 4, dimana nilai 1 kurang dan nilai 4 untuk terbaik, hasil dari penilaian ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Penilaian Alternatif 1, 2, dan 3

Pilihan	Sub fungsi	Penilaian	Nilai
Variasi 1	Motor berbentuk kotak sebagai penggerak	Bentuk motor sulit untuk dicekam	2
	Besi sebagai material kerangka	Terlalu berat untuk konstruksinya	3
	Lempengan besi sebagai pencekam motor	Untuk mencekam terlalu tipis	2
	Ulir trapesium sebagai penguncinya	Konstruksi tidak besar jadi tidak memerlukan ulir trapesium	1
	Kepala baut sebagai pengatur ketinggian	Sulit untuk dioperasikan	2
Total Nilai			10
Pilihan	Sub fungsi	Penilaian	Nilai
Variasi 2	Motor berbentuk bulat sebagai penggerak	Motor mudah untuk dipasang	2
	Aluminium sebagai material kerangka	Ringan dan kuat untuk kerangka	4
	3D print sebagai pencekam motor	Untuk mencekam kuat dan <i>fleksible</i>	2
	Ulir metris sebagai penguncinya	Mudah dalam mencari ulirnya	4
	Sistem Sliding Slot dilengkapi pengencang baut untuk mempermudah pengaturan ketinggian	Mudah untuk dioperasikan	2
Total Nilai			14
Pilihan	Sub fungsi	Penilaian	Nilai
Variasi 3	Motor berbentuk bulat sebagai penggerak	Bentuk motor mudah untuk di cekam	4
	Aluminium sebagai material kerangka	Ringan dan kuat untuk kerangka	3
	3D print sebagai pencekam motor	Untuk mencekam kuat dan <i>fleksible</i>	3
	Ulir metris sebagai penguncinya	Mudah dalam mencari ulirnya	4
	Menggunakan Engsel	Mudah untuk dioperasikan	4
Total Nilai			18
Keterangan Penilaian : 4 = sangat baik, 3 = baik, 2 = cukup, 1 = kurang baik			

Dari penilaian alternatif yang tercantum pada Tabel 2, setelah melanjutkan proses perancangan, nilai tertinggi dari kedua rancangan terpilih jatuh pada alternatif 3. Alternatif 3, yaitu 1.B – 2.A – 3.A – 4.B – 5.A, menunjukkan keunggulan signifikan dibandingkan dengan alternatif 1. Keunggulan ini terletak pada beberapa aspek penting. Pertama, penggunaan motor berbentuk bulat sebagai penggerak menunjukkan kemudahan dalam pemasangan dan pembuatan part. Kedua, kerangka yang menggunakan material aluminium membuat konstruksi menjadi lebih optimal, karena sifat aluminium yang kuat dan ringan, yang telah terbukti dalam penelitian [13] yang dipakai sebagai bahan pilihan dalam aplikasi mekanik yang membutuhkan durabilitas dan mobilitas. Ketiga, bentuk konstruksi pencekam dengan menggunakan material STL (Stereolithography) dalam 3D printing memungkinkan adaptasi yang lebih baik terhadap bentuk geometris motor dan mengurangi biaya produksi serta waktu pembuatan [14]. Keempat, penggunaan ulir metris sebagai sistem penguncian adalah standar industri yang seragaman dan sering dipakai dalam aplikasi mekanis [15]. Terakhir, sistem mekanis menggunakan engsel sebagai mekanisme *adjustment* mata grinda, memudahkan operator untuk mengubah ketinggian proses penggrindaan sehingga menjadi lebih mudah, penggunaan engsel untuk memudahkan proses ini dijelaskan pada tulisan oleh IS Sari [16]. Dari semua hasil tersebut maka proses produksi mesin GMC ini memakai variasi ke 3.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil matrik morfologi proses selanjutnya adalah membuat dan mendesain mesin GMC. Dari hasil desain perancangan dudukan dipilih desain pada variasi 3 pada yang ada pada Gambar 4. Dari variasi 3 yang sudah dipilih kemudian dilakukan proses pembuatan dudukan grinda. Dudukan dibuat menggunakan material STL dan proses 3D print. Setelah dudukan berhasil dibuat selanjutnya adalah membuat dudukan JIG untuk chip. Disini dudukan chip dibuat menggunakan bahan akrilik. Dudukan dihubungkan dengan belt bentuk mesin GMC ini yang sudah dibuat ditunjukkan pada gambar 5.

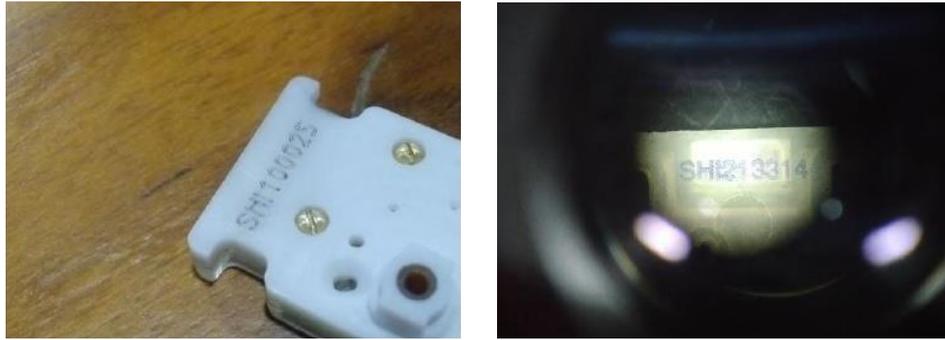


Gambar 5. Mesin GMC Yang Telah Berhasil Dibuat

Pada Gambar 5 menunjukkan bentuk jadi dari mesin GMC yang digunakan untuk mengerinda chip. Pada mesin yang dibuat prosesnya dilengkapi sistem on dan off yang bergerak 3 kali *cycle* maju dan mundur untuk memastikan semua bagian chip tergrinda. Dengan jumlah chip 6 buah dalam 1 kali *cycle* ini membuat proses ini menjadi lebih cepat dari sebelumnya. Pada Tabel 3 menunjukkan sebelumnya untuk 1 buah chip membutuhkan waktu 1 menit setelah menggunakan mesin GMC ini prosesnya menjadi 6 buah chip dalam waktu 32 detik. Hal ini menunjukkan perubahan jumlah dan waktu yang lebih baik dari sebelumnya. Tabel 3 menunjukkan perbandingan proses sesudah dan sebelum adanya mesin GMC. Dari tabel 3 diketahui bahwa dengan penggunaan mesin GMC ini membutuhkan waktu yang lebih cepat, jumlah dan kemampuan menghaluskan menggunakan mesin ini juga lebih optimal. Dari hasil proses lasering dapat dilihat pada Gambar 6, bahwa penomoran pada chip hasil penggrindaan menggunakan mesin GMC ini mendapatkan tulisan yang lebih jelas. Sehingga dengan adanya alat ini proses manufaktur chip pada mesin MCT menjadi lebih optimal.

Tabel 3. Perbandingan Proses Pengerindaan Chip Sesudah Dan Sebelum Adanya Mesin MCT.

No	Keterangan	Manual	Rancangan terbaru
1	Cara	 Menggunakan amplas	 Menggunakan batu gerinda yang dihubungkan ke motor
2	Jumlah Chip	1 chip sekali proses	6 chip sekali proses
3	Waktu	1 chip pengurangan 0.2 mm membutuhkan waktu 1 menit	6 chip pengurangan 0.2 mm membutuhkan waktu 32 detik
4	Kehalusan	Mencapai N4	Mencapai N4 – N3
5	Biaya	Amplas Rp 20.000,-	Biaya Operasional (listrik dan part lain) Rp 450.000,-



Gambar 6. Chip Berbahan Nilon Yang Sudah Digrinding Dan Sudah Dilasering

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian alat GMC ini dapat disimpulkan bahwa telah berhasil merancang mesin gerinda MCT dengan dudukan pisau gerinda yang ada sudah dapat di *adjustable* dan bisa diatur ketinggiannya dari ketinggian 45 sampai 55 mm untuk meningkatkan optimalisasi dalam mengerinda chip jumlah chip yang bisa di proses meningkat dari 1 buah menjadi 6 chip sekali proses. Selain itu hasil proses lasering juga menunjukkan hasil penulisan seri yang jelas. Jadi proses pembuatan mesin GMC ini telah berhasil. Setelah ini masih dilakukan penelitian lebih lanjut untuk merancang dan membuat mesin grinda yang lebih cepat dan dapat menampung lebih dari 6 chip. Selain penelitian akan berfokus pada mesin MTC milik PT.Promanufacture Indonesia untuk penelitian tentang mekanisme mesin secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. B. Rowe, *Principles of modern grinding technology*. William Andrew, 2013.
- [2] L. Yu *et al.*, "scONE-seq: A single-cell multi-omics method enables simultaneous dissection of phenotype and genotype heterogeneity from frozen tumors," vol. 9, no. 1, p. eabp8901, 2023.
- [3] M. J. C. O. Reagan, "A dispensing pharmacy: is it right for your community practice?," vol. 9, no. 3, pp. 603-604, 2006.
- [4] G. Onwuka and K. J. P. C. Abou-El-Hossein, "Surface roughness in ultra-high precision grinding of BK7," vol. 45, pp. 143-146, 2016.
- [5] M. Leonesio, G. Bianchi, and N. J. P. C. Cau, "Design criteria for grinding machine dynamic stability," vol. 78, pp. 382-387, 2018.
- [6] T. G. Bifano, T. A. Dow, and R. O. Scattergood, "Ductile-regime grinding: a new technology for machining brittle materials," 1991.
- [7] E. WIJAYANTO, T. TRIONO, W. T. BHIRAWA, and H. J. J. T. I. MOEKTIWIBOWO, "Perancangan Dudukan Mesin Gerinda Tangan Yang Ergonomis Dengan Menggunakan Metode Anthropometri," vol. 11, no. 1, pp. 42-49, 2022.
- [8] A. J. J. T. M. I. Wibowo, "Perancangan sistem pembangkit kogenerasi pada pabrik gula kapasitas 4.000 tcd, studi kasus revitalisasi pabrik gula modjo sragen," vol. 11, no. 2, pp. 98-103, 2016.
- [9] A. W. C. Purnomo, O. A. Nugroho, and E. D. J. M. J. T. M. Septiawan, "Metode Matrix Morfology Untuk Perancangan Bangun Alat Perakit Knob Switch Assy Electric Park Brake Module," vol. 15, no. 01, pp. 64-73, 2023.
- [10] O. A. Nugroho, I. A. Putra, A. W. C. Purnomo, and Y. P. J. J. I. Sarjono, "RANCANG BANGUN MESIN CRUSHER BAHAN NILLON A402 UNTUK PROSES DAUR ULANG DI PT. PANDROL INDONESIA," vol. 7, no. 2, 2024.
- [11] O. A. J. J. I. Nugroho, "Rancang Bangun Alat Bantu Cek Spool Valve di PT. Mulia Indo Consolidated Menggunakan Sistem Offliner," vol. 16, no. 1, pp. 68-74, 2024.
- [12] O. A. Nugroho, A. R. K. Widhi, and S. J. J. P. K. S. Kumbarasari, "Rancang Bangun Alat Panen Portabel Sawit Bermotor Menggunakan Flexible Shaft," vol. 30, no. 2, pp. 83-94, 2022.
- [13] R. B. S. J. J. i. t. m. Majanasastra, "Analisis sifat mekanik dan struktur mikro hasil proses hydroforming pada material tembaga (Cu) C84800 dan aluminium Al 6063," vol. 4, no. 2, pp. 15-30, 2016.
- [14] G. Sunarto, K. Katmini, and A. D. J. J. P. K. S. F. Eliana, "Efektifitas Biaya Penggunaan Teknologi Pencetakan 3D (Industri 4.0) pada Alat Bantu Ortotik Prostetik," vol. 14, no. 1, pp. 17-26, 2023.

- [15] H. Hendrikus, B. A. Styawan, and A. J. S. Herdiansyah, "Artikel Skripsi Program Studi Rekayasa Industri Tahun Akademik 2021/2022 semester gasal," 2022.
- [16] I. S. Sari and W. J. P. Sulistiyowati, "Redesign of Dust Filter Tools in Small and Medium Industries (IKM) by Integrating Reverse Engineering and Root Cause Analysis (RCA)," vol. 3, no. 1, pp. 18-25, 2019.