

PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN PRODUK *PROTOTYPE* MESIN CNC LASER BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN PENDEKATAN QFD

Renaldy Nur Sulaiman¹, Muhammad Nurhasan Assidiq^{2*}

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana

Jl. Kampus Unkris Jatiwaringin Bekasi PO.Box 7774

*Email Koresponden : nurhasan_assidiq@unkris.ac.id

ABSTRACT

The development of machining industry technology in Indonesia is increasing. This is evidenced by the increasingly modern machinery used to work on a product, such as Computerized Numerical Control (CNC), which is machine tools equipped with computers to facilitate the machine's work process. With CNC machine tools, the accuracy of a product can be guaranteed, mass product workmanship with precise results and fast machining time. A CNC machine is a machine tool that is controlled by a computer using Numerical Language (data commands with code numbers, letters, and symbols) in accordance with ISO standards (International Organization for Standardization). The theory used in this research is Quality Function Deployment (QFD) to find out and determine the basic wants or needs of consumers. With the formation of a House Of Quality (HOQ) matrix to determine the level of customer interest. Calculating the design cycle time of the Mini CNC Laser Prototype Machine using OPC and making a Bill of Material (BOM). The conclusion of the Mini Laser Prototype Machine Design with the Quality Function Deployment (QFD) approach based on the analysis, the HOQ results obtained concluded that to meet consumer needs, a Mini CNC Laser Machine Prototype Machine was made at a more economical price by using a DVD ROM that was different from the machine. Previous CNC laser

Keywords: *Design Machine Computer Numerical Control Laser; Quality Function Deployment; House of Quality;*

ABSTRAK

Teknologi industri pemesinan di Indonesia semakin meningkatkan. Hal ini di buktikan dengan semakin modern nya pemesinan yang digunakan untuk mengerjakan suatu produk, seperti *Computerized Numerical Control* (CNC) yaitu mesin perkakas yang dilengkapi dengan komputer untuk memudahkan proses kerja mesin. Dengan mesin perkakas CNC, ketelitian suatu produk dapat dijamin, pengerjaan produk masal dengan hasil yang persis dan waktu proses pemesinan yang yang cepat. Mesin CNC adalah suatu mesin perkakas yang di *control* oleh *computer* dengan menggunakan Bahasa Numerik (data perintah dengan kode angka, huruf, dan simbol) sesuai dengan standar ISO (International Organization for Standarization). Teori yang digunakan dalam penelitian adalah *Quality Function Depoloyment* (QFD) untuk mengetahui dan menentukan dasar keinginan atau kebutuhan konsumen. Dengan pembentukan matrik *House Of Quality* (HOQ) untuk mengetahui tingkat kepentingan pelanggan. Menghitung waktu siklus perancangan Mesin *Prototype* Mini CNC Laser dengan menggunakan OPC dan membuat *Bill Of Material* (BOM). Kesimpulan Perancangan Mesin *Prototype* Mini Laser dengan pendekatan *Quality Fucttion Deployment* (QFD)

berdasarkan analisis telah didapatkan hasil HOQ yang didapat disimpulkan bahwa untuk memenuhi kebutuhan konsumen maka dibuat lah Mesin *Prototype* Mesin Mini CNC Laser dengan harga yang lebih ekonomis dengan menggunakan DVD ROM yang berbeda dengan Mesin CNC laser sebelumnya.

Kata Kunci: Penjadwalan Proyek; Optimalisasi Waktu dan Biaya; Teknik Evaluasi & Peninjauan Program dan Metode Jalur Kritis;

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada saat ini, Khususnya pada kebutuhan gas medis pada rumah sakit diharapkan mampu memenuhi kebutuhan pasien dengan cepat dan mampu melakukan restoke gas medis dengan cepat juga, sehingga diperlukannya Instalasi gas medis pada suatu rumah sakit untuk dapat memudahkan aliran gas medis tersebut kepada pasien. Instalasi Gas medis adalah salah satu kebutuhan yang paling penting pada Rumah Sakit, karna gas medis salah satu yang paling dibutuhkan pasien dalam kondisi darurat, kebutuhan udara dalam skala besar diperlukan. Oleh sebab itu PT. Sandana yang bergerak dalam bisnis instalasi gas medis diharapkan mampu melakukan instalasi dengan cepat sesuai dengan perjanjian awal proyek dan mampu menjawab banyak requestan dari berbagai rumah sakit, Sehingga proses instalasi dapat berjalan dengan efektif sesuai dengan penjadwalan awal.

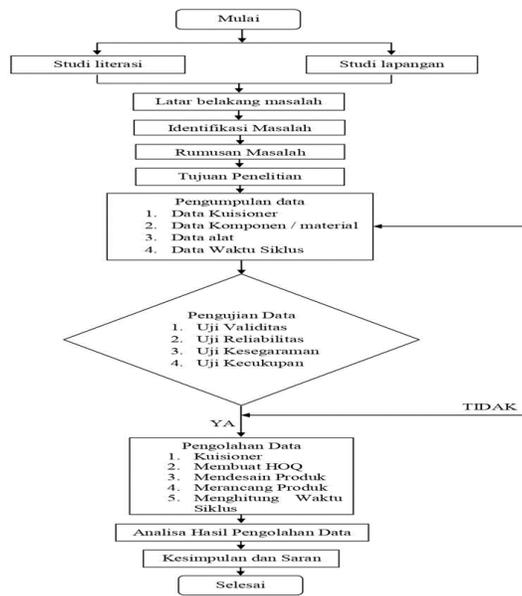
Penjadwalan adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing – masing pekerjaan dalam menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan – keterbatasan yang ada. Kampung Cikangkung, Kecamatan Rengasdengklok kabupaten Bekasi sedang dibangun rumah sakit untuk menyediakan fasilitas kesehatan bagi masyarakat sekitar. PT Sandana mendapat kepercayaan untuk melakukan Instalasi Gas Medis pada rumah sakit tersebut, metode yang digunakan dalam proyek tersebut adalah Barr Chart. Pada metode tersebut durasi waktu yang digunakan sudah diketahui dengan pasti, namun kelemahannya adalah tidak diketahuinya kegiatan kritis pada proyek tersebut sehingga penjadwalan pelaksanaan proyek belum optimal dan informasi mengenai dampak keterlambatan tidak diketahui secara spesifik. Perusahaan ini juga memiliki masalah dalam penerapan kinerja untuk mengoptimalkan waktu dan biaya yang digunakan untuk pelaksanaan proyek.

Dengan adanya permasalahan tersebut penulis akan melakukan analisa jadwal waktu pelaksanaan proyek dengan menggunakan metode jalur kritis (Critical Path Method) dan PERT (Program Evaluation and Review Technique). Metode ini dapat digunakan pada manajemen proyek sebagai alat untuk menganalisa waktu pelaksanaan suatu proyek dan aliran sumber daya sehingga lebih optimal, dalam metode ini durasi waktu yang digunakan didapatkan dari jadwal waktu pelaksanaan proyek (Time Schedule) yang telah ditentukan. Sehingga kita dapat mengetahui jalur kritis pada penjadwalan proyek instalasi gas medis dan dapat melakukan alokasi sumber daya secara optimal.

METODE

Metode penelitian merupakan uraian yang jelas bagaimana kita melaksanakan studi atau penelitian tersebut, penelitian ini menggunakan metode *Quality Function Deployment*. *Quality Function Deployment (QFD)* adalah "Sebuah konsep yang membayangkan menerjemahkan persyaratan pelanggan ke dalam persyaratan teknis yang sesuai untuk setiap fase pengembangan produk." mendefinisikan QFD sebagai "langkah demi langkah penyebaran fungsi atau operasi pekerjaan, yang mewujudkan kualitas, kedalam detailnya melalui sistematisasi target dan sarana". QFD berfokus pada penentuan kebutuhan pelanggan dan komitmen organisasi untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Beberapa tahap-tahap analisis quality function deployment :

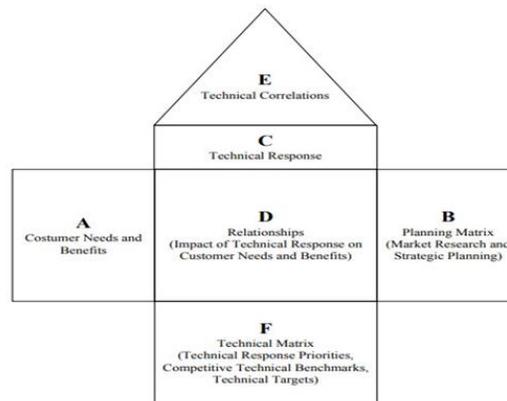
1. Identifikasi kebutuhan customer mendefinisikan fitur produk yang diharapkan oleh customer
2. Mendefinisikan spesifikasi desain keinginan customer akan diterjemahkan dalam bentuk spesifikasi produk)
3. Identifikasikan karakteristik sub *system* (spesifikasi produk akan di detilkan menjadi kebutuhan komponen)
4. Menentukasn spesifikasi proses manufaktur (menyesuaikan dengan berbagai mesin dan peralatan yang telah ada atau akan diadakan, termasuk mendefinisikan produksi apa saja yang akan terlibat.
5. Menentukasn spesifikasi untuk menjamin kualitas dalam implementasinya, kelima tahap QFD tersebut dimasukan dalam empat matriks, yaitu matriks perencanaan produk, matriks pengembangan part / subsistem, matriks perencanaan proses dan matriks pengendalian proses / kualitas. Matriks perencanaan produk menghubungkan antara berbagai kebutuhan yang akan disampaikan oleh *customer (customer requirements)* dengan karakteristik kritis dari produk (*critical produk requirements*), menganalisa kekuatan hubungan antara masing masing elemen di keduanya, dan juga memberikan gambaran benchmarking antara kualitas produk competitor berdasarkan persepsi konsumen. Matriks ini juga dikenal sebagai *House Of Quality (HOQ)*



Gambar 1. Flowchart Pemecahan masalah

1.1. House Of Quality (HOQ)

House Of Quality (HOQ) adalah alat yang digunakan untuk struktur QFD yang berbentuk seperti rumah. Bentuk dan keterangan dari setiap bagian matriks House Of Quality adalah sebagai berikut : (Andriani et al., 2018)



Gambar 2. House of Quality

1.2. Tahap perencanaan / pengembangan produk

Secara umum proses pengembangan produk pada umumnya terdiri dari tahapan-tahapan, atau sering disebut tahapan. Oleh karena itu, lihat buku "Desain dan Pengembangan Produk" oleh Karl T. Ulrich dan Steven D. Eppinger. Proses pengembangan produk terdiri dari total enam fase. Desain produk, pengembangan produk, desain tingkat sistem, desain detail, pengujian/perbaikan, produksi awal.

Adapun fase-fase yang terdapat pada perancangan dan pengembangan produk ini adalah sebagai berikut :

Fase 2. Perancangan Tingkatan Sistem

Fase desain tingkat sistem Mencakup definisi arsitektur produk dan deskripsi produk untuk subsistem dan komponen subsistem. Output pada tahap ini biasanya mencakup tata letak produk, spesifikasi fungsional untuk setiap subsistem produk, dan diagram alur proses awal dari proses perakitan akhir..

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Pada penelitian awal yaitu menentukan variable pemilihan atribut pelayanan dari 5 dimensi yang meliputi Reliability, Responsiveness, Assurance, Emphaty, dan tangibles pada metode quality function deployment yang diduga berkaitan dengan kualitas Perancangan dan Pengembangan Mesin Mini CNC. Penentuan variable pemilihan atribut penelitian dilakukan berdasarkan studi Pustaka yang ada, dan tempat untuk perancangan dan pengembangan di Laboratorium Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana. Berdasarkan hasil pengamatan dari Mesin CNC yang dirancang , maka didapatkan 15 variable pengamatan yang berpengaruh pada kualitas perancangan dan pengembangan Mesin Mini CNC. Variable tersebut dapat dilihat pada table berikut .Setelah melalui serangkaian data, kuesioner yang telah dibuat akan disebarakan kepada responden sebanyak 20 respondened. Kuesioner yang disebarakan sebagai berikut

Tabel 1. Kuesioner Penelitian

ATRIBUT LAYANAN				
RELIABILITY		R-Hit	R-Tab	Ket
1	Mampu Membuat dengan bahan material kaleb atau kulit			
2	Proses operasi tidak kalah cepat dengan Mesin CNC yang sudah ada			
3	Proses kerja laser sangat mudah di fokuskan			
RESPONSIVE		R-Hit	R-Tab	Ket
4	Mesin CNC dapat membuat berbagai macam bentuk gambar			
5	Mudah dalam mendesain gambar yang ingin di proses			
ASSURANCE		R-Hit	R-Tab	Ket
6	Output yang dihasilkan dalam kondisi rapih dan baik			
7	Kemudahan dalam mengoperasikan nya			
8	Kemudahan dalam merawat Mesin CNC			
9	Mesin CNC dirancang dengan harga yang lebih ekonomis			
EMPHATY		R-Hit	R-Tab	Ket
10	Mesin CNC ini sangat membantu untuk para pengrajin seni suevenir			
11	Mesin CNC ini sangat membantu untuk membuat peluang usaha			
12	Mesin CNC Laser dapat diimplementasikan di laboratorium teknik industri			
TANGIBEL		R-Hit	R-Tab	Ket
13	Mesin CNC di rancang dengan rapih			
14	komponen yang digunakan dalam kondisi baik			
15	Mesin CNC menggunakan Mekanika DVD ROM			

Tabel 2. Data Atribut Kuesioner

ATRIBUT LAYANAN				
RELIABILITY		R-Hit	R-Tab	Ket
1	Mampu Membuat dengan bahan material kaleb atau kulit	0,799	0,444	Valid
2	Proses operasi tidak kalah cepat dengan Mesin CNC yang sudah ada	0,877	0,444	Valid
3	Proses kerja laser sangat mudah di fokuskan	0,679	0,444	Valid
RESPONSIVE		R-Hit	R-Tab	Ket
4	Mesin CNC dapat membuat berbagai macam bentuk gambar	0,745	0,444	Valid
5	Mudah dalam mendesain gambar yang ingin di proses	0,783	0,444	Valid
ASSURANCE		R-Hit	R-Tab	Ket
6	Output yang dihasilkan dalam kondisi rapih dan baik	0,71	0,444	Valid
7	Kemudahan dalam mengoperasikan nya	0,799	0,444	Valid
8	Kemudahan dalam merawat Mesin CNC	0,799	0,444	Valid
9	Mesin CNC dirancang dengan harga yang lebih ekonomis	0,723	0,444	Valid
EMPHATY		R-Hit	R-Tab	Ket
10	Mesin CNC ini sangat membantu untuk para pengrajin seni suevenir	0,783	0,444	Valid
11	Mesin CNC ini sangat membantu untuk membuat peluang usaha	0,786	0,444	Valid
12	Mesin CNC Laser dapat diimplementasikan di laboratorium teknik industri	0,748	0,444	Valid
TANGIBEL		R-Hit	R-Tab	Ket
13	Mesin CNC di rancang dengan rapih	0,732	0,444	Valid
14	komponen yang digunakan dalam kondisi baik	0,783	0,444	Valid
15	Mesin CNC menggunakan Mekanika DVD ROM	0,624	0,444	Valid

Bersumber pada pengolahan data di bab sebelumnya dengan menggunakan aplikasi IBM SPSS Versi 23, bahwasannya telah didapat hasil kuesioner yang cukup puas. dengan sebab, hasil tersebut telah melebihi batas R-tabel maka dapat dikatakan hasil kuesioner adalah Valid, hasil itu dapat dilihat pada table diatas.

Pembuatan House Of Quality

Atribut – atribut yang perlu ditingkatkan dan diperbaiki performasinya selanjutnya data di olah menggunakan metode House Of Quality (HOQ).

- a. atribut - atribut yang menjadi kebutuhan pelanggan yang perlu ditingkatkan
- b. Karakteristik Teknik dilakukan untuk menterjemahkan dari kebutuhan pelanggan atau konsumen. Dengan mengklarifikasikan kebutuhan pelanggan terhadap suatu atribut yang mempengaruhi tingkat kepuasan pelanggan. Berikut adalah karekteriirk Teknis yang sudah terbentuk untuk memenuhi kebutuhan konsumen.
- c. Menyusun hubungan antara matriks kebutuhan pelanggan dengan Karekteristik teknis.
- d. Menyusun Matrik Technical importance
- e. Pembuatan Matrik HOQ setelah usulan perbaikan

Karakteristik Teknis		Customer Need								Rating Customer Need		
		Mampu membuat dengan bahan material kaleb / kulit	Proses operasi tidak kalah cepat dengan Mesin CNC yg sudah ada	Proses kerja laser sangat mudah difokuskan	Mesin CNC dapat membuat berbagai macam bentuk gambar	Kemudahan dalam mengoperasikannya	Mesin CNC sangat membantu untuk para pengrajin seni souvenir	Mesin CNC sangat membantu untuk membuat peluang usaha	Mesin CNC laser dapat diimplementasikan di lab Teknik Industri			
6,1	Mudah dalam mendesain gambar yang ingin di proses	○	○	●	○	○	○	○	○	3	Kapasitas ruang material dirancang untuk percobaan P=5cm, L=3,8cm Tebal=0,3ml	Matrik Teknis
6,0	Output yang dihasilkan dalam kondisi baik	○	○	○	○	○	○	○	○	1		
6,2	Kemudahan dalam merawat Mesin CNC	○	○	○	○	○	○	○	○	5	Kapasitas ruang material dirancang Max P= 4cm, L=4cm, Tebal=0,3ml	
6,0	Mesin CNC dirancang dengan harga yang lebih ekonomis	○	○	○	○	○	○	○	○	2		
6,1	Mesin CNC dirancang dengan rapih	○	○	○	○	○	○	○	○	6	Ukuran Mesin Mini CNC Laser P=15cm, L=4cm, T=16cm	
6,1	Komponen yang digunakan dalam kondisi baik	○	○	○	○	○	○	○	○	4	Dengan harga perancangan menghabiskan biaya Rp1.225,000	
Absolute Importance		127,7	180,6	80,6	132,4	24,4	103,7					
Relative Importance		19,69	27,7	12,43	20,36	3,76	15,99					
Rating Technique Responce		3	1	5	2	6	4					

Gambar 3. Matrik HOQ setelah usulan perbaikan

3.3 Desain Perancangan Mesin Prototype Mini CNC

Tahap desain tingkat sistem mencakup definisi arsitektur produk dan deskripsi produk untuk subsistem dan komponenn-komponen. Dan dalam perkembangan produk mekanik ada beberapa komponen yang harus diganti, namun tidak menghalangi maksud dan tujuan dari proses kerja mesin laser mini CNC.

Mesin Prototype Mini CNC didesain menggunakan aplikasi Inventor. Berikut ini gambar Mesin Prototype Mini CNC



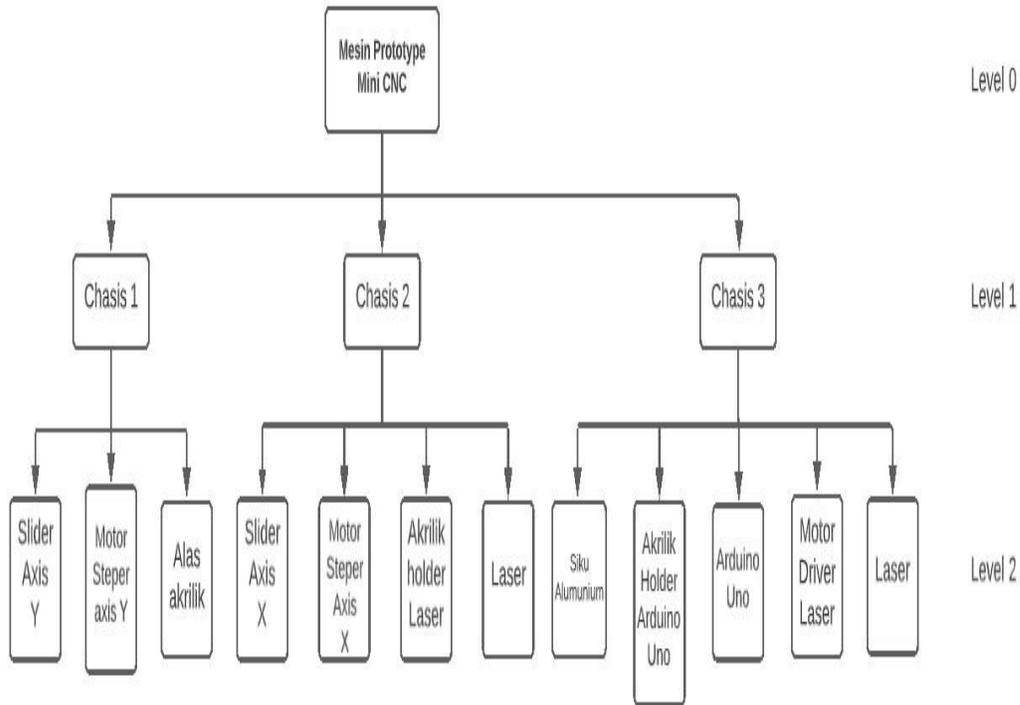
Gambar 4. Mesin Mini CNC Laser tampak atas, depan, dan samping kiri



Gambar 5. Mesin Mini CNC Laser tampak atas, depan, dan samping kiri

3.4 Bill Of Material

Bill Of Material (BOM) ini memperlihatkan daftar komponen BOM dalam bentuk struktur produk dan dinyatakan dalam level manufaktur. Berikut adalah struktur BOM Mesin Prototype Mini CNC Laser.



Gambar 6. Bill Of Material

Tabel 3. Komponen Bill Of Material

No	Level	Komponen	Kuantitas	Harga
1	0	Mesin Mini CNC	1	0
2	1	Chasis Mesin	2	70.000
3	1	Siku Aluminium	3	80.000
4	2	Slider X dan Y	2	70.000
5	2	Motor Steper X dan Y	2	140.000
6	2	Alas Akrilik	6	100.000
7	2	Laser	1	450.000
8	2	Arduino Uno	1	250.000
9	2	Motor Driver	1	80.000
10	2	Driver Laser	1	30.000
11	2	Kabel jumper	8	50.000
12	2	Adaptor	1	70.000
13	2	Timah	1	25.000
14	2	Baut & Mur	25	30.000
15	2	Penyangga Chasis	12	30.000
TOTAL				1.225.000

Dari table perhitungan diatas Bill Of Material (BOM) diatas dapat diketahui harga 1 produk prototype Mesin Mini CNC Laser sebesar Rp 1.225.000

KESIMPULAN

Analisis Data Hasil Kuesioner

Penyebaran jumlah kuesioner didapat dari hasil Uji Slovin dengan tingkat ketelitian 95% dan tingkat kesalahan 5% maka didapatkan hasil reponden yaitu 14 responden, agar penelitian mendapatkan hasil yang baik maka akan dilakukan penyebaran kuesioner sebanyak 20 responden. Bersumber pada pengolahan data di bab sebelumnya dengan menggunakan aplikasi IBM SPSS Versi 23, bahwasannya telah didapat hasil kuesioner yang cukup puas. dengan sebab, hasil tersebut telah melebihi batas R-tabel maka dapat dikatakan hasil kuesioner adalah Valid, hasil itu dapat dilihat pada Tabel 2.

Analisis Huuse Of Quality

Analisi HOQ dapat dilihat pada bobot penilaian, dengan menjumlahkan hasil perkalian Importance Rating dengan setiap simbol yang terdapat pada masing masing kebutuhan konsumen untuk setiap kolomnya. Pencarian nilai bobot klm ini dilakukan untuk mengetahui prioritas kebutuhan Teknis dan masing masing kebutuhan konsumen yang ditingkatkan dan diperbaiki. Prioritas ini didapat dari rating kebutuhan teknis yang diperoleh dari nilai bobot kolom yang ada.

Analisis Harga Mini CNC Laser

Mesin perkakas CNC mini laser dipasarkan dengan berbagai merk harganya berkisar 4 – 7 juta per unit bahkan sampai puluhan juta tergantung jenis / dan komponen yang dipakai. Kini sekarang dengan adanya perkembangan dan perbiakan harga yang dirancang hanya menghabiskan biaya sebesar Rp 1.225.000 .Oleh karena itu perlu adanya langkah-langkah untuk mengatasi hal tersebut diantaranya dengan mendesain dan merancang bangun dengan bentuk mekanika yang berbeda yang tentu dapat membuat alat ini menjadi harga yang lebih ekonomis dan dibawah harga pasaran dibanding dengan harga ada dipasaran . dan Mesin Ini di Rancang menghabiskan Biaya 1.225,000

DAFTAR PUSTAKA

- Dyana, N. (2020). ANALISIS QFD (QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT) UNTUK PERBAIKAN PRODUK THAI TEA MEREK KAW-KAW DI UKM WARALABA DI LANDUNGSARI, MALANG. *Jurnal Mahasiswa Teknik Industri*, 3(2).Ali, T. H. (1997). *Prinsip - Prinsip Network Planning* (edisi keen). PT Gramedia Pustaka Utama.
- Dantes, K. R., Pendidikan, J., Mesin, T., Teknik, F., & Kejuruan, D. (2018). *KAJIAN AWAL PENGEMBANGAN PRODUK DENGAN MENGGUNAKAN METODE QFD (QUALITY*

- FUNCTION DEPLOYMENT) (STUDI KASUS PADA TANG JEPIT JAW LOCKING PLIERS).
In *Jurnal Sains dan Teknologi* | (Vol. 2, Issue 1).
- Hawari, R. A., Oktaviani, C. Z., & Nurisra, N. (2021). Komposisi Biaya Sumber Daya Material dan Tenaga Kerja Pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung Sederhana. *Journal of The Civil Engineering Student*, 3(2), 148–154. <https://doi.org/10.24815/journalces.v3i2.14448>
- Perdana, S., & Rahman, A. (2019). Penerapan Manajemen Proyek Dengan Metode CPM (Critical Path Method) Pada Proyek Pembangunan Spbe. *Amaliah: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 242–250. <https://doi.org/10.32696/ajpkm.v3i1.235>
- Perwitasari, D., Fahreza, A., & Ririh, K. R. (2021). Analisis Percepatan Waktu Proyek Perumahan Menggunakan Metode PERT dan Fast Track. *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 7(1), 12. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v7i1.226>
- Purnomo, H. (2004). *Pengantar Teknik Industri* (edisi kedua). Graha Ilmu.
- Rani, H. A. (2016). *Manajemen Proyek Konstruksi* (Edisi Pertama). Grup Penerbitan CV Budi Utama. https://www.researchgate.net/publication/316081639_Manajemen_Proyek_Konstruksi
- Santoso, B. (2009). *Manajemen Proyek : Konsep & Implementasi* (Edisi Pertama). Graha Ilmu.
- Setiawan, S., Syahrizal, & Dewi, R. A. (2017). Penerapan Metode CPM Dan PERT Pada Penjadwalan Proyek Konstruksi. Departement Teknik Sipil, Universitas Sumatra Utara (USU).
- Siahaan, S. M. (2021). Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Menggunakan Metode CPM (Critical Path Method) Dan PERT (Program Evaluation Review Technique). *Teknik Sipil Universitas HKBP NOMMENSEN*, 2504, 1–9.
- Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)* (Edisi Kedua). Penerbit Erlangga. <https://doi.org/10.3938/jkps.60.674>
- W. Taylor III, B. (2005). *Introduce to Management Science* (edisi kedua). Penerbit Salemba Empat.