SKRIPSI

PERANCANGAN MESIN *MICRO STONE CRUSHER* DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI UNTUK MENANGANI LIMBAH BATU MENUJU INDUSTRI BATU BERKELANJUTAN

(Studi Kasus Di Industri Batu Metta Stone Tangkilan, Mungkid, Magelang)

DISUSUN OLEH:

DIAN INAYAH EKASARI

15.0501.0011

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG

TAHUN 2020

HALAMAN PENEGASAN

Skripsi yang berjudul ”Perancangan Mesin *Micro Stone Crusher* Dengan Pendekatan Ergonomi Untuk Menangani Limbah Batu Menuju Industri Batu Berkelanjutan” ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Dian Inayah Ekasari

NPM : 15.0501.0011

Magelang, 02 Januari 2020

Dian Inayah Ekasari

15.0501.0011

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dian Inayah Ekasari

NPM : 15.0501.0011

Program Studi : Teknik Industri S1

Fakultas : Teknik

Alamat : Dusun Batikan Desa Pabelan Kec. Mungkid Kabupaten Magelang

Judul Skripsi : PERANCANGAN MESIN MICRO STONE CRUSHER DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI UNTUK MENANGANI LIMBAH BATU MENUJU INDUSTRI BATU BERKELANJUTAN

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari hasil karya orang lain. Dan bila di kemudian hari terbukti bahwa karya ini merupakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi administrasi maupun sanksi apapun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan sebenarnya serta penuh tanggung jawab.

Magelang, 02 Januari 2020

Yang menyatakan,

Dian Inayah Ekasari

15.0501.0011

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

PERANCANGAN MESIN MICRO STONE CRUSHER DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI UNTUK MENANGANI LIMBAH BATU MENUJU INDUSTRI BATU BERKELANJUTAN

(Studi Kasus Metta Setone Tangkilan Pabelan Mungkid)

DIAN INAYAH EKASARI
NPM 15.0501.0011

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada Tanggal 02 Januari 2020

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing I	Pembimbing II
Oesman Raliby Al Manan,S.T.,M.Eng	Tuessi Ari Purnomo, S.T., M.Tech
NIDN. 0603046801	NIDN. 06260373202
Penguji I	**Penguji II**
M. Imron Rosyidi, ST., M.Si	Affan Riffa'i,S.T.,M.T.
NIDN. 0626127201	NIDN. 0601107702

Skripsi ini telah diterima sebagai satu persyaratan
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Tanggal 02 Januari 2020
Dekan

Yun Arifatul Fatimah, MT., Ph.D
NIK. 987408139

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama	: Dian Inayah Ekasari
NPM	: 15.0501.0011
Fakultas/ Jurusan	: Fakultas Teknik / Teknik Industri S1
E-mail address	dianinayahekas@gmail.com

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UM Magelang, Hak Bebas *Royalty Non-Eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)* atas karya ilmiah
☐ LKP/ KP ☑ TA/ SKRIPSI ☐ TESIS ☐ Artikel Jurnal *)
yang berjudul :
PERANCANGAN MESIN MICROSTONE CRUSHER DENGAN PENDEKATAN ERGONOMIC UNTUK MENANGANI LIMBAH BATU MENUJU INDUSTRY BATU BERKELANJUTAN
beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas *Royalty Non-Eksklusif (Non-Exclusive Royalty-Free Right)* ini Perpustakaan UMMagelang berhak menyimpan, mengalih-media/ format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/ mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UMMagelang, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya.

Dibuat di :Magelang
Pada tanggal :02 Januari 2020

Penulis,



Dian Inayah Ekasari

Mengetahui,
Dosen Pembimbing

Oesman Raliby Al Manan, S.T.,M.Eng
NIDN. 0603046801

*) : *pilih salah Satu*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas ridho dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul : PERANCANGAN MESIN *MICRO STONE CRUSHER* DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI UNTUK MENANGANI LIMBAH BATU MENUJU INDUSTRI BATU BERKELANJUTAN (Studi Kasun Metta Stone Tangkilan Pabelan Mungkid Magelang). Skripsi ini merupakan salah satu prasyarat untuk mendapatkan gelar sarjana (S1) Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Magelang.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Ir. Eko Muh Widodo M.T, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Magelang.
2. Yun Arifatul Fatimah Phd , selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Magelang.
3. Oesman Raliby Al Manan,S.T.,M.Eng selaku dosen pembimbing 1 yang sudah memberikan pengarahan dan bimbingan kepada penulis.
4. Tuessi Ari Purnomo, S.T., M.Tech, selaku dosen pembimbing 2 yang sudah memberikan petunjuk dan bimbingan kepada penulis.
5. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan doa, dukungan dan motivasi.
6. Rekan - rekan mahasiswa Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Magelang yang dengan kesungguhan hati telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang membutuhkan.

Wassalamualaikum

Penulis

DIAN INAYAH EKASARI
NPM : 15.0501.0011

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENEGASAN ii
PERNYATAAN KEASLIAN iii
HALAMAN PENGESAHAN iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR x
ABSTRAK xi
ABSTRACT xii
BAB I PENDAULUAN 1
A. Latar Belakang 1
B. Rumusan Masalah 3
C. Tujuan Penelitian 3
D. Manfaat Penelitan 3
E. Asumsi-Asumsi 3
BAB II STUDI PUSTAKA 5
A. Penelitian Relevan 5
B. Desain Mesin *Micro Stone Crusher* 6
C. Aspek – Aspek Desain 6
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 25
A. Waktu dan Tempat Penelitian 27
B. Studi Pendahuluan 27
C. Perumusan masalah 27
D. Tujuan penelitian 27
E. Pengumpulan data 28
F. Aspek Ergonomis 28
G. Gambar Desain Alat 29
H. Persiapan Bahan 30

I. Alur Pembuatan.....30
J. Proses perakitan.....32
K. Sistem Kerja.....32
L. Aspek Teknis.....32
M. Aspek Ekonomis.....32
N. Hasil dan Pembahasan.....33
O. Kesimpulan dan Saran.....33
BAB VI PENUTUP.....71
A. Kesimpulan.....71
B. Saran.....72
DAFTAR PUSTAKA.....73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel A RULA.....9

Tabel 2.2. Tabel B RULA.....10

Tabel 2.3 Data Antropometri Masyarakat Indonesia Yang Didapat Dari Interpolasi Masyarakat Britsh Dan Hongkong (Pheasant,1986) Terhadap Masyarakat Indonesia (Suma'mur 1989) Serta Istilahnya Dimensionalnya Dari (Nurmianto,1991).....16

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.3 Tahap 1 metode RULA 9
Gambar 2.4 Tahap 2 metode RULA 9
Gambar 2.5 Tahap 3 dan 4 Metode RULA 9
Gambar 2.6 Tahap 9 Metode RULA 10
Gambar 2.6 Antropometri Tubuh Yang Biasa Digunakan Dalam Perancangan 14
Gambar 2.1 *Jaw Crusher* (Reed, 2012) 19
Gambar 2.2 *Pulley* (Sularso; S, Kiyokatsu, 1994) 20
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian 26
Gambar 3.2 Postur Kerja Penumbuk Batu (manual) 28
Gambar 3.3 Desain Mesins Micro Stone Crusher 29

ABSTRAK

PERANCANGAN MESIN *MICRO STONE CRUSHER* DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI UNTUK MENANGANI LIMBAH BATU MENUJU INDUSTRI BATU YANG BERKELANJUTAN
(Studi Kasus Di Metta Stone Desa Tangkilan Pabelan Mungkid Magelang)

Oleh : Dian Inayah Ekasari
Pembimbing : Oesman Raliby Al Manan, S.T,.M.Eng
Tuessi Ari Purnomo, S.T., M.Tech

ABSTRAK

Metta Stone merupakan industri yang memanfaatkan matrial batu sebagai produk baru seperti cobek, lumpang, muntu dll. limbah yang dihasilkan oleh industri batu metta stone adalah 15m^3. Akan tetapi limbah batu tersebut belum dimanfaatkan sebaik mungkin, apabila limbah batu tersebut diolah secara manual akan menyebapkan keluhan pada pekerja dikarenakan sikap kerja yang tidak ergonomis. Maka tujuan penelitian ini adalah merancang mesin *micro stone crusher* dengan pendekatan ergonomi untuk menangani limbah batu. Hasil penelitian berdasarkan aspek ergonomi dengan perhitungan Rula (*Repid Upper Limb Assessment)* untuk sikap kerja sebelum penggunaan mesin mendapat sekor 6 yang artinya pekerja dalam waktu singkat akan mengalami cidera pada bagian punggung dikarenakan postur kerja yang membungkuk, setelah dilakukannya perubahan dengan panduan antropometri dengan tinggi siku berdiri 909 mm dan jangkauan tangan kedepan 157 mm diperoleh perubahan sekor Rula (*Repid Upper Limb Assessment)* untuk sikap kerja setelah menggunakan mesin menjadi sekor 3 yang artinya bahwa postur kerja digolongkan aman dan tidak menimbulkan cidera. Dari aspek teknis penentuan kecepatan mesin dapat ditentukan dengan daya motor sebesar 5,5 hp. kecepatan mesin diperoleh 669 rpm, jarak sumbu poros min 645 mm dan max 860 mm, daya pada puly 4549,2 N, tengangan tarik V-belt 7kg/cm^2 dan panjang keliling sabuk 2556 mm (100,6'), kapasitas produksi yang dihasilkan dalam 8 jam kerja adalah 600 tenggok (4,8 m^3). Dari aspek ekonomi didapatkan BEP sebesar 5.304 unit sedangkan BEP rupiah Rp15.911.369, NPV sebesar Rp51.7 juta , IRR sebesar 37,17% dan PP 1,1 sebesar tahun

Kata kunci : Mesin *micro stone crusher,* Pendekatan Ergonomi, Kapasitas Produksi, Rula *(Repid Upper Lime Assessment)*

ABSTRACT
DESIGN OF STONE MICRO MACHINE WITH ERGONOMIC APPROACH TO HANDLING STONE WASTE TO SUSTAINABLE STONE INDUSTRY
(Case Study in Metta Stone Tangkilan Pabelan Village, Mungkid Magelang)

Oleh : Dian Inayah Ekasari
Pembimbing : Oesman Raliby Al Manan, S.T,.M.Eng
Tuessi Ari Purnomo, S.T., M.Tech

ABSTRACT

Metta Stone is an industry that utilizes stone matrial as a new product such as mortar, mortar, etc. the waste produced by the metta stone industry is 15m3. However, the waste stone has not been used as well as possible, if the waste rock is treated manually it will cause complaints to workers due to work attitude that is not ergonomic. So the purpose of this research is to design a micro stone crusher machine with an ergonomics approach to handle rock waste. The results of the study are based on ergonomics aspects with the calculation of the Rula (Repid Upper Limb Assessment) for work attitude before using the machine gets a score of 6 which means that workers in a short time will experience injury to the back due to bent work postures, after making changes with anthropometric guidance with elbow height standing 909 mm and 157 mm fore reach obtained by a change in the Rula (Repid Upper Limb Assessment) to work attitude after using the machine into a shovel 3 which means that the work posture is classified as safe and does not cause injury. From the technical aspects of determining the engine speed can be determined with a motor power of 5.5 hp. engine speed obtained 669 rpm, min shaft axis distance of 645 mm and max 860 mm, power at puly 4549.2 N, tensile tension of V-belt 7kg / cm2 and belt circumference length 2556 mm (100.6 '), the resulting production capacity in 8 working hours is 600 dead (4.8 m3). From the economic aspect, it was found that BEP was 5,304 units while BEP was IDR 15,911,369, NPV was IDR 51.7 million, IRR was 37.17% and PP was 1.1 years.

Keywords: Micro stone crusher machine, Ergonomic Approach, Production Capacity, Rula (Repid Upper Lime Assessment)

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki berbagai macam kekayaan alam, kekayaan tersebut dimanfaatkan sebagai kesejahteraan perekonomian masyarakat. Salah satunya adalah kekayaan pada bidang matrial batu vulkanik (sari, 2016)

Sekitar 10 industri pengrajin batu yang ada di Tangkilan memanfaatkan kekayaan alam tersebut sebagai peningkatan kesejahteraan perekonomian dalam bisnis kerajinan batu salah satunya milik Bp. Ucok (Metta Stone)

Penggunaan matrial batu itu sendiri sering tidak terkendali, sehingga dari tahun ke ketahun jumlah matrial yang ada akan mengalami penuruan, dan mengakibatkan keberlanjutan kegiatan perindustrian akan mengalami keterlambatan.

Metta Stone berdiri sejak tahun 1998 sampai sekarang, Pak Ucok selaku pemilik, membeli matrial enton atau batu tebalan dengan ukuran yang berbeda-beda, untuk dijadikan sebagai produk cobek, muntu, lumpang, hiasan rumah, batu hiasan dinding, dll. Untuk pembuatan cobek, lumpang, 75% matrial menjadi produk jadi dan 25%nya limbah. Dan untuk pembuatan hiasan dinding 70% matrial menjadi produk jadi dan 30%nya limbah.

Masalah besar yang dialami perajin batu ini adalah masalah limbah, limbah padat berupa pecahan batu. Selama ini limbah tersebut dibuang di pinggir sawah, tanah pekarangan atau untuk urug bangunan. Hal ini kalau dibiarkan terus lama-kelamaan tanah akan menjadi tandus dan merusak lahan pertanian. Jumlah limbah yang di keluarkan sebanyak ±15 m^3 per bulan, sehingga menjadi kendala bagi lingkungan. Sebagian masyarakan desa ada yang memanfaatkan limbah tersebut dengan cara ditumbuk dan dijadikan split. untuk mendapatkan $1m^3$ atau setara dengan 120 tenggok, penumbuk tersebut membutuhkan waktu 5-6 hari. Namun oleh industri pengrajin batu itu sendiri belum begitu dimanfaatkan, untuk itu kurang memuaskan bagi

perusahaan. Dengan pemanfaatan limbah yang maksimal akan didapatkan peningkatan ekonomi. Contoh sebagai agregat yang digunakan dalam campuran matrial bangunan dapat diambil dari limbah batu alam yang berupa pasir, kerikil atau batuan. terkadang ada limbah batuan yang memiliki ukuran besar sehingga perlu dilakukan pemecahan terhadap batuan tersebut agar dapat dimanfaatkan. Guna mendapatkan kerikil atau batuan pecah yang sesuai dengan ukuran yang diharapkan maka diperlukan suatu mesin untuk memecah material tersebut. Mesin pemecah batuan yang digunakan adalah *stone crusher*. *Stone Crusher* adalah sebuah mesin yang didesain untuk memecahkan batu dari ukuran yang besar menjadi ukuran yang lebih kecil.

Hasil penelitian yang telah dilakukan menyimpulkan bahwa hambatan penggergajian batu adalah tidak mampu memanfaatkan limbah gergajian ini dengan sebaik mungkin. Akan tetapi apabila pengolahannya dengan cara ditumbuk secara manual dapat menyebapkan kelelahan yang cukup tinggi akibat proses pengerjaan yang membungkuk, diamana nantinya akan mengakibatkan cidera tulang belakang pada pekerja. Apabila diberikan sentuhan teknologi sedikit saja akan dapat menghasilkan produk baru yang nilai seni dan harganya cukup tinggi.

Maka, penulis melakukan penelitian ini fokus pada bagaimana merancang mesin *stone crusher,* untuk mengatasi persoalan limbah yang mencemarkan lingkungan dan mengganggu proses produksi, yang merupakan efek samping dari pengrajin batu. Sehubungan dengan hal tersebut maka akan dilakukan perancangan mesin *micro stone cruser* yang ekonomis dan ergonomis untuk industri kecil kerajinan batu agar menuju industri batu berkelanjutan dengan cara pengolahan limbah batu menjadi agregat baru. Dengan ini maka limbah tidak lagi dibuang secara sembarangan yang dapat mencemarkan lingkungan tapi justru menjadi produk yang memiliki nilai tambah bagi pengrajin batu.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah dari latar belakang diatas, maka dalam penelitian ini masalah yang dirumuskan adalah :

1. Bagaimana mendesain mesin *micro stone crusher* yang ergonomis?
2. Bagaimana kinerja mesin *micro stone crusher* dari aspek teknis, ekonomis, dan ergonomis ?

C. Tujuan Penelitian

Brdasarkan perumusan masalah yang telah ditentukan, maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Mendesain dan membuat mesin *micro stone crusher* yang ergonomi?
2. Menjelaskan kinerja mesin *micro stone crusher* berdasarkan aspek teknis ekonomis, dan ergonomis?

D. Manfaat Penelitan

Manfaat yang dapat diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Memperoleh hasil rancangan desain mesin *micro stone crusher* yang lebih ergonmi dan ekonomi.
2. Mengurangi keluhan pekerja dan meningkatkan pola keselamatan kerja bagi pekerja.
3. Bagi industri kecil salah satu usulan dan masukan agar dengan pengadaan mesin *micro stone* crusher diharapkan akan memacu perkembangan usaha dimasa datang.
4. Mengurangi pencemaran lingkungan

E. Asumsi-Asumsi

Asumsi digunakan untuk menyederhanakan kompleksitas permasalahan yang diteliti. Asumsi yang digunakan dalam penyusynan laporan ini sebagai beriku :

1. Data antropometri yang digunakan adalah data baku untuk antropometri masyarakat indonesia menurut nurmianto, 1996
2. Jam kerja normal (08.00-16.00 wib) dengan waktu istirahat 1 jam (12.00-13.00 wib)

3. Lingkungan kerja dianggap nyaman untuk berkerja dan jauh dari pemungkiman

BAB II
STUDI PUSTAKA

A. Penelitian Relevan

1. (Sibarani, 2015) dalam penelitiannya tentang Perancangan Mesin Pemecah Batu Dolomit Kapasitas 500 Kg/Jam. Dalam perencanaan mesin pemecah batu ini, digunakan poros yang berfungsi sebagai pemutar poro penggerak (perangkat tuas pemecah) untuk melakukan proses pemecahan batu dolomit yang ditumpu oleh masingmasing dua buah bantalan. Daya motor yang digunakan 1,5 Hp dengan putaran aktualnya 1450 (rpm). Hasil pengujian kondisi atau keberadaan mesin secara umum mesin beroperasi ketika tidak diberi beban dan diberi beban tidak menunjukkan tanda-tanda aneh.
2. (Zulfah, 2017) penelitian ini adalah untuk Merancang Mesin Giling Ikan Yang Sesuai Dengan Desain Ergonomi, menghasilkan mesin penggiling ikan yang mempunyai produktivitas dengan rancangan kekuatan material alat dan mesin motor serta menghitung kapasitas produksi, BEP dan total biaya hasil prodiksi. Hasil penelitian ini adalah perhitungan anthropometri ditentukan melalui fasilitas kerja operator. Penentuan kualitas motor dapat ditentukan dengan daya motor sebesar 2,83 KW atau 3 Hp, diameter puli sebesar 20 cm, sabuk pertama 61 inch, sabuk 2 sebesar 68 inch, dengan bahan poros ST 42. Rancangan alat pengiling ikan dapat memproduksi sebanyak 39.600 gram atau lebih maka sudah berada pada titik impas (BEP) atau sudah mendapat keuntungan. Biaya total yang dibutuhkan untuk membuat 39.600 gram Rp 365.522
3. (Arta, 2015) penelitian ini tentang Perancangan Mesin Pembuaatan Es Puter Berdasarkan Aspek Ergonomis. Pada penelitan dilakukan penentuan alat berdasarkan dimensi Antropometri, Tahap kedua Estimasi biaya, tahapan ketiga pembuatan mesin es puter. Hasil penelitian ini adalah mesin es puter dengan mekanisme pemutar adalah motor dengan putaran 1400 rpm direduksi menjadi 70rpm dan biaya pembuatan produk

Rp.3.667.400,00. Alat ini alat ini memberikan perbaikan pada postur kerja sehingga mampu mengurangi cidera.

Mesin yang akan di rancang ini mesin *micro stone* crusher untuk menangani limbah menjadi agregat baru, mesin ini mengidentifikasi dengan tiga level yaitu untuk agregat paling kasar dengan ukuran 30x20mm biasannya untuk cor bangunan, dan untuk agregat sedang dengan ukuran 5x10mm biasannya digunakan untuk matrial tambahan paving, batako dsb, dan untuk agregat paling lembut yaitu berupa pasir atau abu batu, dapat digunakan sebagai matrial tambahan untuk pembuatan batako mini, loster, batu cetak dsb. Mesin ini akan dirancang secara ergonomi dan ekonomis. pada penelitian sebelumnnya belum ada yang membahas mengenai alat ini. pada sistem kerja perancangan mesin ini dibuat dengan sistem *jaw crusher* sebagai penghancur limbah batu tersebut dimana nantinya untuk menggerakan *jaw crusher* menggunakan motor bensin 5.5Hp.

B. Desain Mesin *Micro Stone Crusher*

Mesin ini dirancang untuk dapat menghancurkan limbah batu yang sudah tidak terpakai, pada proses penghancuran ini terdapat dua plat baja (*jaw)* yang dapat membuka dan menutup, salah satu *jaw* tersebut diam sedangkan yang satunnya bergerak maju mundur, *jaw* yang bergerak akan memberi tekanan pada batu yang masuk dalam rongga diantara *jaw*, batu tersebut akan pecah, lalu akan turun ke bawah dan diterima oleh tiga tingkatan ayaan sehingga dapat menghsilkan matrial agregat. Alat ini digerakan dengan motor bensin 5,5Hp dalam 8jam kerja penggunaan membutuhkan bensin ±2-3 liter, dengan kecepatan mesin *crusher* maximal ±1500rpm dan kecepatan power pada motor bensin maximal ±2000rpm.

C. Aspek – Aspek Desain

Adapun aspek yang termasuk dalam desain adalah aspek teknis, ekonomis dan ergonomis. Aspek – aspek tersebut akan di jelaskan sebagai berikut :

1. Aspek Ergonomi

Ergonomi menghubungkan antara manusia dengan tempat kerja, didalam aplikasinya adalah pengetahuan yang berhubungan dengan studi kerja. Ergonomi berasal dari kata *ergon* yang berarti kerja dan *nomics* yang berarti mempelajari (*the studi of)* yang berasal dari kata *nomos* yang berarti hukum alam. Dalam arti keduannya saling berhubungan, dan penerapan ergonomi ditempat kerja seperti dirumah, mobil, atau produk konsumen, maka faktor untuk ergonomi industri adalah dari tempat kerja atau pabrik (Pulat, 2000)

Ergonomi berkenaan dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan, dan kenyamanan manusia ditempat kerja, dirumah, dan tempat rekreasi. Didalam ergonomi dibutuhkan studi tentang sistem dimana manusia, fasilitas kerja, dan lingkungannnya saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu menyesuaikan suasana kerja dengan manusiannya. Ergonomi disebut juga *human factor* (nurmianto, 2003)

1. *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA)

Rapid Upper Limb Assessment (RULA), (McAtamney, 1993), mengembangkan media penghitungan rating beban *musculoskeletal* dalam suatu pekerjaan dimana seseorang memiliki risiko pada pembebanan bagian atas tubuh dan leher. Metode analisis ergonomi yang dinamakan RULA ini mempertimbangkan kebutuhan biomekanikal dan beban dari postur tubuh pada suatu aktivitas di bagian leher dan bagian atas tubuh (Middlesword, 2013), dan menjelaskan bahwa suatu pekerjaan yang dilakukan pekerja akan mencerminkan suatu nilai atau score. RULA dibuat untuk mendeteksi postur kerja atau faktor risiko yang membutuhkan investigasi lebih lanjut. Sehingga, ketika score yang didapat tinggi, maka harus segera dilakukan evaluasi dan perbaikan postur kerja pada bagian *upper limb*, karena inti utama dari analisis RULA adalah analisis postur tubuh bagian atas.

Faktor ergonomi yang berkaitan dengan postur kerja dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk mendap

atkan postur kerja yang nyaman bagi pekerja, seperti postur berdiri, duduk, maupun postur lainnya. Postur tubuh yang jauh dari posisi standar yang dilakukan dalam jangka waktu yang lama akan mengakibatkan keluhan sakit pada beberapa bagian tubuh yang memiliki postur yang tidak alami. Maka dari itu, ada beberapa tujuan dalam melakukan pengukuran kerja pekerja dengan menggunakan RULA, antara lain:

a. Mengidentifikasi kerja otot yang berhubungan dengan postur tubuh saat kerja.
b. Memberikan hasil scoring yang bisa dimasukkan sebagai acuan pada penilaian ergonomi, apakah postur kerja yang ada sekarang dapat diterima dari segi kesehatan.
c. Mengevaluasi efektivitas perlakuan yang dilakukan oleh pekerja.
d. Mengidentifikasi atribut pekerjaan yang berhubungan dengan postur kerja yang buruk.

Selembar worksheet digunakan untuk mengevaluasi postur tubuh, beban, dan pengulangan kerja. Berdasarkan dari evaluasi tersebut, nilai atau score dimasukkan untuk tiap bagian tubuh pada section A untuk lengan dan pergelangan tangan, dan section B untuk leher, tulang belakang, dan kaki. Setelah data dari tiap bagian dikumpulkan dan dinilai, tabel pada worksheet kemudian digunakan untuk menentukan variabel-variabel faktor resiko, dan menghasilkan sebuah nilai yang merepresentasikan tingkatan resiko dari Musculo Skeletal Disorder (MSD). Berikut ini adalah worksheet RULA yang biasa digunakan oleh tim penilai saat mengevaluasi postur tubuh pekerja.

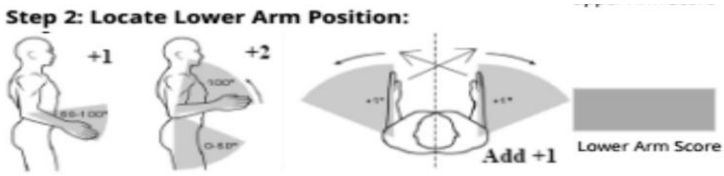
Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam melaksanakan metode RULA adalah sebagai berikut:

1) Menganalisis posisi lengan atas, yaitu dengan melihat sudut yang terbentuk seperti pada gambar di bawah ini, dan nilai tersebut ditambahkan dengan (1) ataupun dikurangkan dengan (1) apabila terdapat pergerakan lain pada lengan atas.



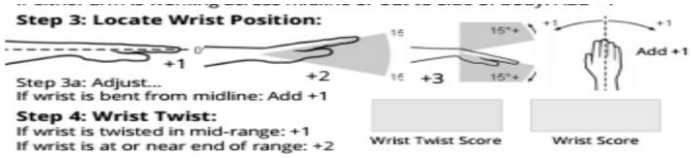
Gambar 2.3 Tahap 1 metode RULA

2) Menganalisis posisi lengan bawah, yaitu dengan melihat sudut yang terbentuk seperti pada gambar di bawah ini, dan nilai tersebut ditambahkan dengan (1) jika lengan bergerak menyilang melewati garis tengah tubuh ataupun bergerak keluar dari sisi tubuh.



Gambar 2.4 Tahap 2 metode RULA

3) Menganalisis posisi pergelangan tangan, yaitu dengan melihat sudut yang terbentuk seperti pada gambar di bawah ini, dan nilai tersebut ditambahkan dengan 1 jika pergelangan tangan bergerak melewati garis tengahnya.
4) Menganalisis pergerakan pergelangan tangan, yaitu dengan mengamati sejauh mana pergelangan tangan memutar dari porosnya.



Gambar 2.5 Tahap 3 dan 4 Metode RULA

Tabel 2.1 Tabel A RULA

Tabel A		Wrise Score							
Upper Arm	Lower Arm	1		2		3		4	
		Wrist Twist		Wrist Twist		Wrist Twist		Wrist Twist	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5

5) Melihat nilai postur pada tabel A, berdasarkan nilai pada tahap (1) sampai tahap (4)
6) Menambah nilai (1) jika postur cenderung statis atau jika suatu aktivitas dilakukan berulang kali minimal (4) kali per menit
7) Menambah nilai jika terdapat beban tertentu yang ditanggung oleh pekerja yang diamati
8) Menambahkan nilai dari tahap (5) sampai tahap (7) untuk mendapatkan nilai Wrist and Arm, lalu cari nilainya pada baris dalam Tabel C
9) Menganalisis posisi leher, yaitu dengan melihat sudut yang terbentuk seperti pada gambar di bawah ini, dan nilai tersebut ditambahkan dengan 1 jika leher bergerak memutar atau menoleh ke kiri maupun ke kanan.



Gambar 2.6 Tahap 9 Metode RULA

10) Menganalisis posisi tulang belakang, yaitu dengan melihat sudut yang terbentuk seperti pada gambar ini, dan nilai tersebut ditambahkan dengan (1) jika tulang bergerak memutar atau menyerong ke kiri maupun ke kanan
11) Mengamati apakah kaki menopang tubuh atau tidak, jika menopang tubuh (misalnya saat berdiri atau jongkok) maka ditambahkan nilai (1), dan jika tidak menopang tubuh (misalnya saat duduk ataupun berbaring), maka ditambahkan nilai (2).
12) Melihat nilai postur pada tabel B, berdasarkan nilai pada tahap 9 sampai 11

Tabel 2.2. Tabel B RULA

Neck Posture score	Tabel B Trunk Posture Score											
	1		2		3		4		5		6	
	Legs		Legs		Legs		Legs		Legs		Legs	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	2	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7

13) Menambah nilai 1 jika postur cenderung statis atau jika suatu aktivitas dilakukan berulang kali minimal 4 kali per menit
14) Menambah nilai jika terdapat beban tertentu yang ditanggung oleh pekerja yang diamati
15) Menambahkan nilai dari tahap 12 sampai tahap 14 untuk mendapatkan nilai Neck, Trunk, and Leg, lalu isi nilainya pada kolom dalam TabelC
16) Menentukan nilai akhir metode RULA berdasarkan nilai yang didapat dari baris dan kolom (Neck, Trunk, Leg Score) dan (Wrist / Arm Score) yang sesuai pada Tabel C, kemudian menentukan kesimpulan akhir dari hasil evaluasi sesuai dengan kategori nilainya

2. Antropometri

Antropometri berasal dari "*anthro*" yang berarti manusia dan "*metri*" yang berarti ukuran. Antropometri adalah pengetahuan yang menyangkut pengukuran tubuh manusia khususnya dimensi tubuh. Antropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam proses perancangan (*design*) produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia. Data antropometri yang diperoleh akan diaplikasikan secara luas dalam hal :

a) Perancangan area kerja (*work station*, interior mobil, dll)
b) Perancangan peralatan kerja seperti mesin, perkakas, equipment, dll.
c) Perancangan produk-produk komsuntif pakaian, meja/kusri, kmputer, dll.
d) Perancangan lingkungan kerja fisik
e) Data antropomeri akan menentukan bentuk, ukuran dan dimensi yang tepat berkaitan dengan produk yang dirancang dan manusia yang mengoprasikan atau menggunakan produk tersebut. Dalam kaitan ini maka perancangan produk harus mampu mengakomodasikan dimensi tubuh dari populasi terbesar yang akan menggunakan produk hasil rancangan tersebut. Secara umum sekurang-kurangnnya

90%-95% dari populasi yang menjadi target dalam kelompok pemakai suatu produk haruslah mampu menggunakan selayaknnya. Pada dasarnya peralatan kerja yang dibuat dengan mengambil refrensi dimensi tubuh tertentu. Jadi sebelum menentukan data antropometri mana yang akan dipakai tentunya diketahui dulu sasaran konsumen yang akan memakai produk tersebut.

a. Data antropometri dan cara pengukurannya.

Manusia pada umumnya berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya. Ada beberapa faktor yang akan mempengaruhi ukuran tubuh manusia, faktor faktor tersebut antara lain :

1) Umur,

   Ukuran tubuh manusia akan berkembang dari saat lahir sampai sekitar 20 tahun untuk pria dan 17 tahun untuk wanita. Setelah itu, tidak lagi akan terjadi pertumbuhan bahkan justru akan cenderung berubah menjadi pertumbuhan menurun ataupun penyusutan yang dimulai sekitar umur 40 tahunan.

2) Jenis kelamin

   Jenis kelamin pria umumnya memiliki dimensi tubuh yang lebih besar kecuali dada dan pinggul.

3) Suku bangsa

   Setiap suku bangsa ataupun kelompok etnik tertentu akan memiliki karakteristik fisik yang berbeda satu dengan yang lainnya.

4) Posisi tubuh (*posture*)

   Sikap ataupun posisi tubuh akan berpengaruh terhadap ukuran tubuh oleh karena itu harus posisi tubuh standar harus diterapkan untuk survei pengukuran.

   Berkaitan dengan posisi tubuh manusia atropometri dibagi atas dua bagian (Wingjosoebroto, 2015) yaitu :

1) Antropometri statis

Pengukuran manusia pada posisi diam dan linier pada permukaan tubuh. Ada beberapa metode pengukuran tertentu agar hasilnya representative.dimensi tubuh yang diukur dengan posisi tetap antara lain berat badan, tinggi tubuh dalam posisi berdiri maupun duduk, ukuran kepala, tinggi atau panjang lutut pada saat berdidi atau berdiri, panjang lengan,dsb. Ukuran dalam hal ini diambil dengan persentil tertentu seperti persentil 5, persentil 50 dan persentil 95.

2) Antropometri Dinamis

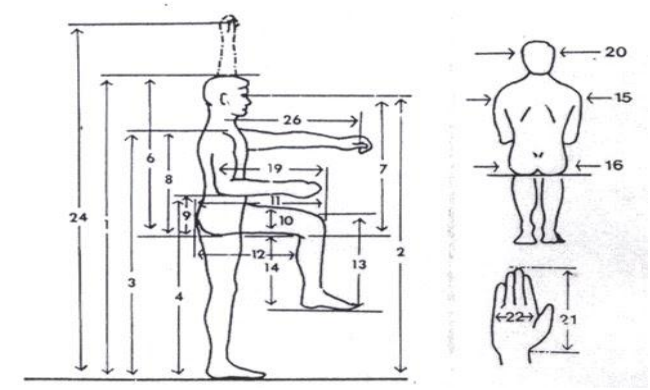
Dimensi tubuh diukur dalam berbagai posisi tubuh yang sedang bergerak sehingga lebih komplek dan lebih sulit diukur. Pengukuran dinamis terdapat tiga kelas.

a) Pengukuran tingkat ketrampilan sebagai pendekatan untuk mengerti secara mekanis dari suatu aktivitas.
b) Pengukuran jangkauan ruangan yang dibutuhkan saat kerja. Hal ini berhubungan dengan keamanan dan kenyamanan dalam pekerjaan. Misalkan bagi pegawai pabrik, tentunya jangkauan karyawan ke alat mesin akan sangat berpengaruh.
c) Pengukuran variabilitas kerja, yang didasarkan pada aktivitas apa saja yang dilakukan dalam mekanisme kerja seseorang. contohnya : kemampuan jari-jari tangan seorang juru ketik.

b. Dimensi Antropometri

Data antropometri dapat dimanfaatkan untuk menetapkan dimensi ukuran produk yang akan dirancang dan dan disesuaikan dengan dimensi tubuh manusia yang akan menggunakannya.

Pengukuran dimensi struktur tubuh yang biasa diambil dalam perancangan produk maupun fasilitas, [Wignjosoebroto, 1995]:



Gambar 2.6 Antropometri Tubuh Yang Biasa Digunakan Dalam Perancangan

a) Antropometri Posisi Berdiri

Antropometri posisi berdiri untuk diterapkan pada ergonomi yang terpenting adalah (Liliana, 2007)

Keterangan :

1. Tinggi Tubuh Posisi Berdiri
2. Tinggi Mata
3. Tinggi Bahu
4. Tinggi Siku
5. Tinggi Genggaman Tangan (Knuckle) Pada Posisi Relaks Ke Bawah
6. Tinggi Badan Pada Posisi Duduk
7. Tinggi Mata Pada Posisi Duduk
8. Tinggi Bahu Pada Posisi Duduk
9. Tinggi Siku Pada Posisi Duduk
10. Tebal Paha
11. Jarak Dari Pantat Ke Lutut
12. Jarak Dari Lipat Lutut (Popliteal) Ke Pantat
13. Tinggi Lutut
14. Tinggi Lipat Lutut (Popliteal)
15. Lebar Bahu (Bideltoid)
16. Lebar Panggul
17. Tebal Dada
18. Tebal Perut
19. Jarak Siku Ke Ujung Jari

20. Lebar Kepala
21. Panjang Tangan
22. Lebar Tangan
23. Jarak Bentan Dari Ujung Jari Tangan Kanan Ke Kiri
24. Tinggi Pegangan Tangan (Grip) Pada Posisi Tangan Vertikal Ke Atas & Berdiri Tegak
25. Tinggi Pegangan Tangan (Grip) Pada Posisi Tangan Vertikal Ke Atas & Duduk
26. Jarak Gengaman Tangan (Grip) Ke Punggung Pada Posisi Tangan Ke Depan (Horisontal)

c. Pengambilan Data Antropometri

Data antropometri dalam penelitian ini bersumber pada data jadi yang sudah baku untuk antropometri masyarakat indonesia menurut nurmianto 1996. Dengan tabel data sebagai berikut :

Tabel 2.3 Data Antropometri Masyarakat Indonesia Yang Didapat Dari Interpolasi Masyarakat Britsh Dan Hongkong (Pheasant,1986) Terhadap Masyarakat Indonesia (Suma'mur 1989) Serta Istilahnya Dimensionalnya Dari (Nurmianto,1991)

NO	DIMENSI TUBUH	PRIA				WANITA			
		5%	X	95%	S.D	5%	X	95%	S.D
1	Tinggi tubuh posisi berdiri tegak	1.532	1.632	1.732	61	1.464	1.563	1.662	60
2	Tinggi mata	1.425	1.520	1.615	58	1.350	1.446	1.542	58
3	Tinggi bahu	1.247	1.338	1.429	55	1.184	1.272	1.361	54
4	Tinggi siku	932	1.003	1.074	443	886	957	1.028	43
5	tinggi genggaman tangan (*knuckle)* pd posisi relaks tangan ke bawah	655	718	782	39	646	708	771	38
6	tinggi badan posisi duduk	809	864	919	33	775	834	893	36
7	Tinggi mata posisi duduk	694	749	804	33	666	721	776	33
8	Tinggi bahu posisi duduk	694	749	804	3	501	550	599	30
9	Tinggi siku posisi duduk	181	231	282	31	175	229	283	33
10	Tebal paha	117	140	163	14	115	140	165	15
11	Jarak dari pantat ke lutut	500	545	590	27	488	537	586	30
12	Jarak dari Lipat lutut (popliteral) ke pantat	405	450	495	27	488	537	586	30
13	Tinggi lutut	448	496	544	29	428	472	516	27
14	Tinggi lipat lutut	361	403	445	26	337	382	428	28
15	Lebar bahu	382	424	466	26	342	385	428	36
16	Lebar pinggul	291	331	371	24	298	345	392	29
17	Tebal dada	174	212	250	23	178	228	278	34
18	Tebal perut	174	228	282	33	175	231	287	34
19	Jarak siku ke ujung jari	405	439	473	21	374	409	287	34
20	Lebar kepala	140	150	160	6	135	146	157	7
21	Panjang tangan	161	176	191	9	153	168	183	9
22	Lebar tangan	71	79	87	5	64	71	78	4
23	Jarak bentang dari ujung jari kanan	1.520	1.663	1.806	87	1.400	1.523	1.646	75
24	Tinggi pegangan tangan pada posisi tengah vertical ke atas dan berdiri tegak	1.795	1.923	2.051	78	1.713	1.841	1.969	79
25	Tinggi pegangan tanga ke atas dan duduk	1.065	1.169	1.273	63	945	1.030	1.115	52
26	Jarak genggaman	649	708	767	37	610	661	712	31

(Nurmianto, 1991 a ; 1991b)

2. Aspek Teknis

Dalam perancangan mesin ini dibutuhkan beberapa perhitungan dalam pemilihan elemen-elemen pada perancangan dan pembuatan mesin *micro stone crusher* ini juga harus memperhatikan kekuatan bahan, *safety factor*, dan ketahanan dari berbagai komponen tersebut. Elemen mesin tersebut terdiri dari motor, *jaw crusher*, roda gila, puli, sabuk v belt, as centrik, mur dan baut. Teori komponen ini berfungsi untuk memberi landasan dalam perancangan atau pembuatan mesin. Ketepatan dak ketelitian dalam pemilihan berbagai nilai atau ukuran dari komponen itu mempengaruhi kinerja dari mesin yang akan dirancang. Adapun beberapa komponen yang dapat disebutkan sebagai berikut :

Jaw crusher Jaw crusher adalah dua plat baja yang dapat membuka dan menutup seperti rahang. Salah satu plat dari *jaw* ini tidak begerak, atau selalu diam, dan disebut *fix jaw*. Sedangkan yang satunya selalu bergerak maju mundur dan disebut sebagai *moving jaw*. Gerakan mundur maju *fix jaw* ditimbulkan oleh mekanisme putaran sumbu eksentrik. (Biz, 2018)

Jaw yang bergerak akan memberi gaya tekan, kompresi kepada batu yang masuk dalam rongga remuk, rongga di antara dua plat atau *jaw*. Batu yang masuk rongga remuk akan segera mendapat gaya tekan. Batu yang remuk akan turun

hingga mendapat tekanan baru. Batu yang remuk secara leluasa akan bebas turun. Pada *jaw crusher*, peremukan batu hanya terjadi oleh alat, yaitu saat *jaw* bergerak memberi tekanan. (Biz, 2018)

Ukuran dan distribusi batu hasil peremukan tergantung pada pengaturan mulut pengeluaran atau *setting*, yaitu *open side setting*, bukaan maksimum dari mulut. Bukaan diatur dengan merubah posisi *toggle* di belakang alat. Pengaturan Bukaan maksimum atau *open side setting* dan bukaan minimum atau *close side setting* akan menentukan ukuran terbesar dan distribusi dari bijih yang keluar dari rongga *jaw*. (Biz, 2018).

a. Berdasarkan poros jaw terbagi dalam dua macam:

1) Blake jaw crusher, dengan poros diatas
2) Dodge jaw crusher dengan poros dibawah.

b. Perbandingan dodge dengan blake jaw crusher yaitu :
   1) Ukuran produk pada blake jaw lebih heterogen dibandingkan dengan jaw yang relatif seragam
   2) Pada blake haw porosnya diatas sehingga gaya yang terbesar mengenai partikel yang terkecil.
   3) Pada dogde jaw porisnya dibawah sehingga gaya yang terbesar mengenai partikel yang terbesar sehingga gaya mekanis dari dogde jaw lebih besar dibandingkan dengan blake jaw
   4) Kapasitas dogde jaw jauh lebih kecil dari blake jaw pada ukuran yang sama
   5) Pada dodge jaw sering terjadi penyumbatan.

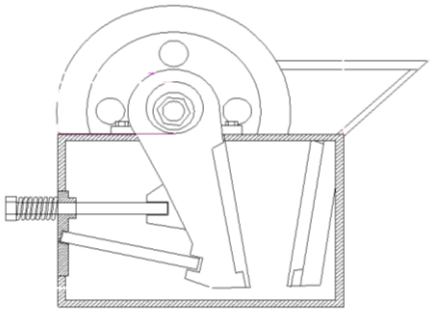
c. Bagian-bagian terpenting pada jaw crusher :
   1) Dua buah jaw
   2) Fixed jaw (rahang jaw tetap) berfungsi sebagai rahang penghancur akan tetapi tidak bergerak. Yaitu sebagai tumpukan.
   3) Swing jaw (rahang jaw yang dapat digerakan) jaw plate ini yang bergerak memberikan tumbukan pada batu yang akan dihancurkan sehingga batu dapat pech, rahang jaw ini dapat bergerak karena excentric shaft yang menggerakan pitma arm yang sebagai tempat pasangnya jaw plate ini.
   4) Pitma arm, berfungsi sebagai tempat dimana dua buah jaw diletakkan. Pitma arm ini biasannya disebut sebagai togle block
   5) Excentrick shaft, berfungsi sebagai penggerak pitma yang menggerakan dua buah jaw
   6) Fly whell untuk menggerakan dan memutar excentric shaft

d. Prinsip Kerja Jaw Crusher

Jaw Crusher bekerja mengandalkan kekuatan motor. Melalui roda motor, poros eksentrik digerakkan oleh sabuk segitiga dan slot wheel untuk membuat jaw plate bergerak seirama. Oleh karena itu, material dalam rongga penghancuran yang terdiri dari jaw plate, jaw plate yang bergerak dan side-lee board dapat dihancurkan dan diberhentikan melalui pembukaan pemakaian.

e. Cara Kerja Jaw Crusher

Cara kerja jaw crusher adalah, batu yang akan dipecah dimasukkan melalui feed opening bagian movable jaw yang bergerak (Jaw Plate) kedepan ataupun yang kebelakang yang turun naik, akibat dari excentric shaft yang digerakkan oleh Fly Wheel, yang sumber penggeraknya adalah motor listrik. Batu tadi dihancurkan oleh kedua buah rahang jaw karena gerakan moveble jaw. Batu yang telah hancur keluar melalui discharge opening. Discharge opening ini dapat diatur dengan menyeting atau menyetel baut adjustment. Ukuran batu yang dipecah tergantung dari ukuran jaw crusher ini atau feed opening, tanpa menyebabkan melompatnya batu keluar pada waktu dipecahkan, tentu hal ini juga tergantung dari kekerasan batu yang dipecah. Pengisian dengan batu-batu yang terlampau kecil dalam pekerjaan pemecahan oleh jaw crusher, selain tidak ekonomis juga akan menyebabkan keausan pada jaw bagian bawah.



Gambar 2.1 *Jaw Crusher*

a. Puli

Puli merupakan salah satu elemen mesin yang berfungsi untuk mentransmisikan daya seperti halnya *sprocket* rantai dan roda gigi. Puli pada umumnya dibuat dari besi cor kelabu FC 20 atau FC 30, dan ada pula yang terbuat dari baja.

Perkembangan pesat dalam bidang penggerakan pada berbagai mesin perkakas dengan menggunakan motor listrik telah membuat sabuk untuk alat penggerak menjadi berkurang. Akan tetapi sifat elastisitas daya dari sabuk untuk menampung kejutan dan getaran pada saat transmisi, membuat sabuk tetap dimanfaatkan untuk mentransmisikan daya dari penggerak pada mesin perkakas. Keuntunggan menggunakan puli yaitu :

1) Bidang kontak sabuk puli luas, teganggan puli biasannya lebih kecil sehingga lebar pili bisa berkurang
2) Tidak menimbulkan suara bising.



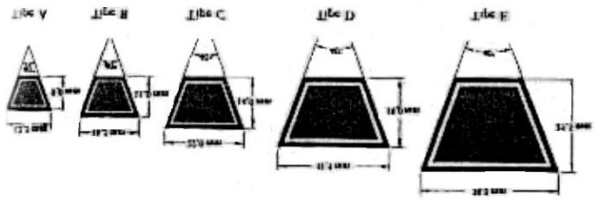
Gambar 2.2 *Pulley* (Sularso; S, Kiyokatsu, 1994)

b. Transmisi Sabuk V-belt

Transmisi Sabuk-V (V-Belt). Jarak yang cukup jauh yang memisahkan antara dua buah poros mengakibatkan tidak memungkinkannya mengunakan transmisi langsung dengan roda gigi. Sabuk-V merupakan sebuah solusi yang dapat digunakan. Sabuk-V adalah salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Dalam penggunaannya sabuk-V dibelitkan mengelilingi alur puli yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang membelit pada puli akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar (Sularso, 1991, hal. 163)

Sebagian besar transmisi menggunakan sabuk-V karena mudah dalam penanganannya dan harganya pun murah. Kecepatan sabuk dirancang

untuk 10 sampai 20 (m/s) pada umunnya, dan maksimal sampai 25 (m/s). Dibawah ini dibahas tentang hal-hal dasar pemilihan sabuk-V dan puli.



Gambar 2.3 konstruksi dan ukuran penampang sabuk-V belt

(Kiyokatsu & Sularso, 1994)

Pada mesin ini menggunakan sabuk-V sebagai penerus daya dari motor bensin ke poros, dapat dihitung dengan rumus perhitungan :

1) Perbandingan Transmisi

$\frac{n1}{n2} = \frac{d2}{d1}$ ..... (1)

Dimana :

n_1 = putaran poros pertama (rpm)

n_2 = putaran poros kedua (rpm)

d_1 = diameter puli penggerak (mm)

d_2 = diameter puli yang digerakan (mm)

2) Jarak sumbu poros

C = (1.5 – 2) Dk..... (2)

3) Kecepatan Putaran Motor Tiap Detik

$v = \frac{\pi.d.n}{60.1000}\ (m/s)$.....(3)

Dimana :

V = kecepatan sabuk (m/s)

d = diameter puli motor (mm)

n = putaran motor listrik (rpm)

4) Gaya pada puli

P=$\frac{Pmotor\ .120}{V}$ .....(4)

5) Kecepatan mesin

RPM mesin = $\frac{RPM\ motor\ x\ P1}{P2}$ ..... (5)

Dimana :

RPM motor : 3600 r/mnt (ketetapan type motor)

P1 : diameter pulley motor

P2 : diameter pulley pada mesin micro crusher

6) Tegangan akibat tarikan V-belt

K = 2 x φ x σ0 .....(6)

Diketahui :

Φ : faktor tarikan (φ0 = φ = 0,7)

σ 0 : untuk V belt 5kg/cm2

7) Luas penumpang V-belt

$2F = \frac{P}{K}$ .....(7)

8) Panjang keliling sabuk v-belt

L=2C + $\frac{\pi}{2}$ (dp + Dp) + $\frac{1}{4.C}$ $(Dp - dp)^2$.....(8)

c. Motor bensin berfungsi sebagai tenaga penggerak untuk menggerakan puli dari motor elektrik. Menggunakan motor bensin supaya mesin bisa dibawa kemana mana, operasionalnnya mudah, bahan bakar mudah dicari. Penggunaan mesin ini disesuaikan dengan kebutuhan daya mesin, kecepatan serta kekuatan putaran untuk menggerkan *jaw crusher*.

d. Mur dan baut merupakan alat pengikat yang sangat penting dalam suatu rangkaian mesin. Untuk mencegah kecelakaan dan kerusakan pada mesin, pemilihan mur dan baut sebagai pengikat harus dilakukan dengan teliti untuk mendapatkan ukuran yang sesuai dengan beban yang diterimannya. Pada mesin ini batu dan mur digunakan untuk mengikat beberapa komponen.

3. Aspek Ekonomis

Perhitungan biaya merupakan harga biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan mesin micro stone crusher. Setelah menemukan dimensi, menemukan matrial apa saja yang diperlukan sehingga dapat

diperkirakan besarnya baiaya yang dikeluarkan untuk membuat mesin micro stone ctusher. Biaya tersebut terdiri dari biaya bahan baku, biaya pembuatan dan biaya ide. Adapun perhitungan biaya perancangan mesin yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Biaya ide

   Biaya ide = 20% x (biaya matrial + biaya pengerjaan)

b. Biaya total perancangan

   Biaya total = biaya bahan baku + biaya pembuatan + biaya ide

Adapun Perhitungan ekonomi pada penelitian ini adalah dengan metode *Break Event Poin* (BEP), NPV, *Payback Period* (PP) (Diwantari, 2016)

a. *Break Event Poin* (BEP)

   suatu keadaan dimana dalam suatu operasi perusahaan tidak mendapat untung maupun rugi (penghasilan = total biaya) (Asrori, 2013) BEP sangat penting kalau kita membuat usaha agar kita tidak mengalami kerugian, apapun itu usaha, jasa, manufaktur. Untuk menghitung BEP kita bisa hitung dalam bentuk unit atau price tergantung kebutuhan.

   Atas dasar unit :

   $BEP\ unit = \frac{FC}{P\ .VC}$ .....(9)

   Atas dasar penjualan :

   $BEP\ penjualan\ \frac{FC}{1-\frac{VC}{P}}$ ..... (10)

   Keterangan :

   FC : Biaya tetap (gaji pegawai, penyusutan, modal, pajak bumi dan bangunan)

   P : Harga jual per unit

   VC : Biaya variabel per unit

b. Net Present Value (NPV)

   Merupakan selisih antara nilai sekarang dari arus kas masuk dengan nilai ekarang dari arus kas yang keluar pada periode waktu tertetu.

$NPV = [(C1 / 1 + r) + (C2 / (1 + r)^2 + (C2 / (1 + r)^3 + (C2 / (1 + r)^4 + (C2 / (1 + r)^5] – C_0$ .....(11)

Keterangan :

NPV = Net Present Value (dalam rupiah)

Ct = Arus kas pertahun pada periode t

Co = Nilai investasi awal (dalam rupiah)

r = Suku bungan (%)

c. *Internal Rate of Return* (IRR)

Internal rate of return adalah tingkat bunga (bukan bunga bank) yang menggambarkan tingkat keuntungan dari suatu proyek atau investasi dalam persentase pada saat dimana nilai NPV sama dengan nol. Rumus yang digunakan untuk menghitung IRR yaitu:

$IRR = i_0 + (i_1 - i_0) \frac{NPV0}{NPV0 - NPV1}$ .....(12)

Keterangan :

I_0 = tingkat rate of return

I_1 = tingkat bunga pembanding

NPV_0 = NPV pada i_0

NPV_1 = NPV pada i_1

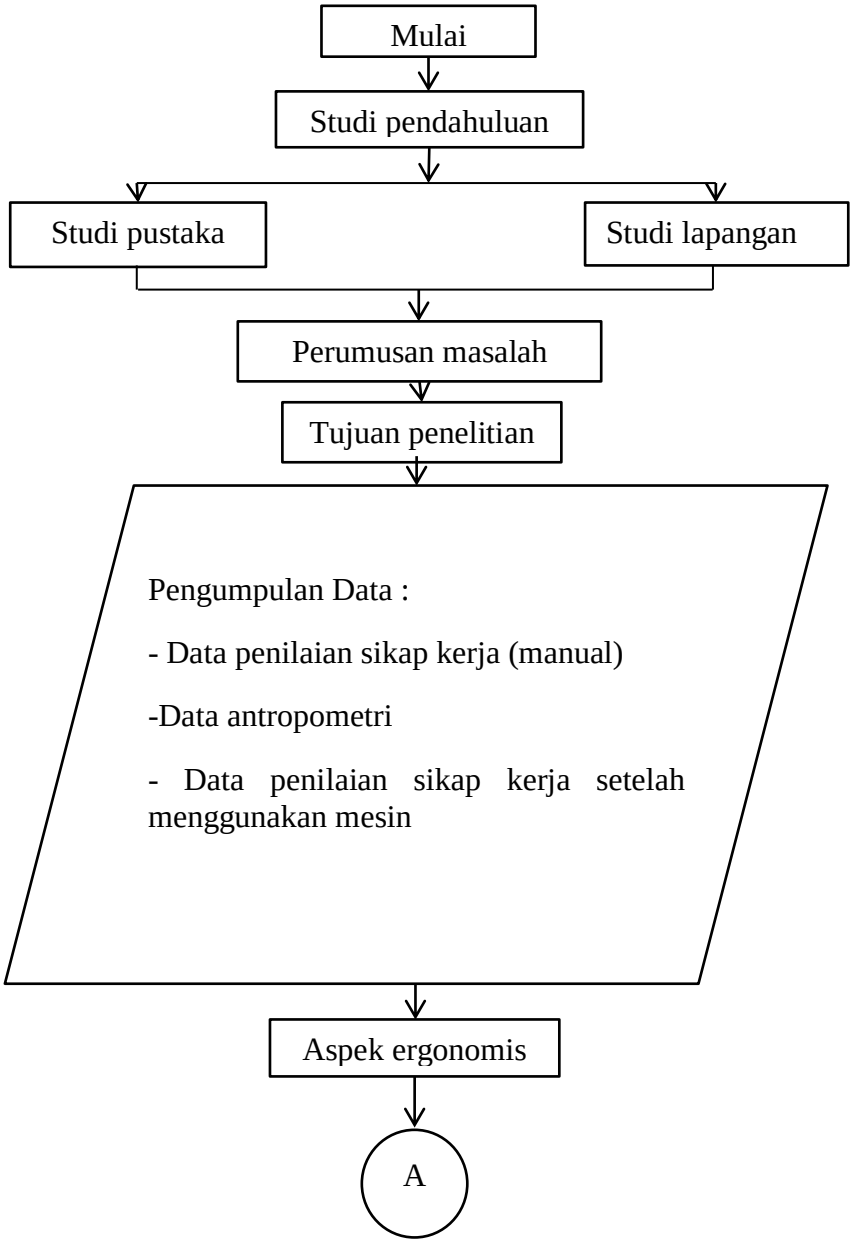
d. Payback period

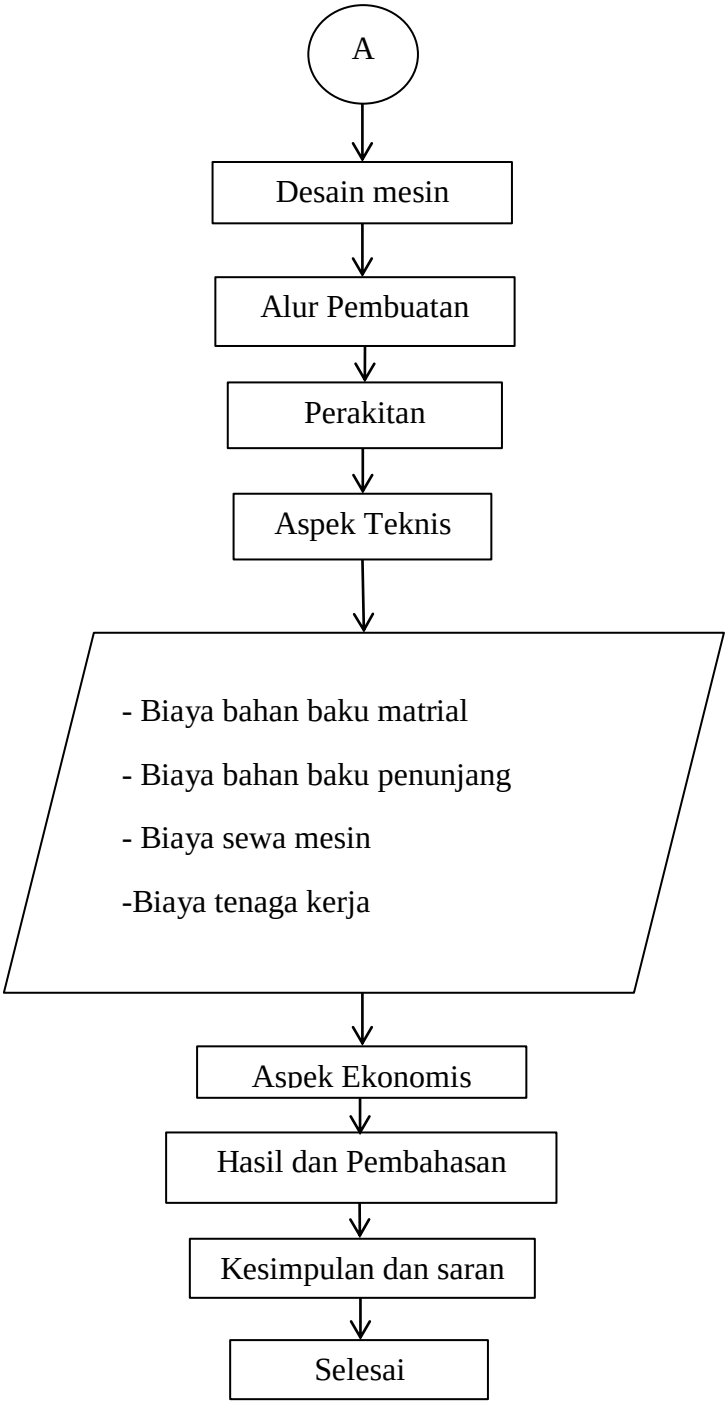
merupakan jangka waktu periode yang diperlukan untuk membayar kembali semua biaya-biaya yang telah dikeluarkan dalam investasi suatu proyek dengan hasil yang diperoleh oleh investasi tersebut

PP (*payback* period) $= \frac{Jumlah\ investasi}{aliran\ khas\ masuk\ bersih\ tahunan}$ .....(13)

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah dalam perancangan dan pembuatan mesin dapat dijelaskan melalui alur dibawah ini :





Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan April 2019. Penelitian dilakukan di tempat pengrajin batu di desa tangkilan dan sekitarnya studi kasus di Metta Sutta Stone

B. Studi Pendahuluan

langkah awal pengumpulan data dan pencarian sub masalah yang dihadapi perusahaan atau objek penelitian. Objek penelitian yang dilakukan adalah evaluasi limbah dengan cara pengadaan mesin micro stone crusher khususnya di muntilan dan sekitarnya.

a. Studi pustaka

   Studi pustaka merupakan salah satu langkah yang ditempuh oleh peneliti untuk mengumpulkan data yang nantinya dari data tersebut akan diolah untuk dilakukanya penelitian, dengan cara mencari refrensi yang berkaitan dengan penelitian.

b. Studi lapangan

   Studi lapangan merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan sebelum melakukan pengumpulan data, dimana proses ini dilakukan untuk mengetahui persoalan utama. Dan akan digunakan sebagai proses pengumpulan data sementara atau dokumen-dokumen dari perusahaan tempat dilakukannya penelitian.

C. Perumusan masalah

Perumusan masalah merupakan salah satu garis besar dari pokok permasalahan yang akan diangkat sebagai objek penelitian, untuk dapat dijadikan sebagai bahan penelitian yang akan dipecahkan solusisnnya.

D. Tujuan penelitian

Menentukan tujuan yang akan dicapai dalam penelitian berdasarkan data-data yang diperoleh dari perumusan masalah yang telah dibuat.

E. Pengumpulan data

Terhadap pengumpulan data memerlukan beberapa macam data mengenai aktivitas yang ada di industri batu tersebut maupun di skitar industri batu. Pengumpulan data meliputi pengambilan gambar saat melakukan penumbukan limbah batu, perhitungan sikap kerja menggunakan RULA, dan pengukuran antropometri.

F. Aspek Ergonomis

Aspek ergonomis dilakukan dengan penilaian postur tubuh pekerja menggunakan metode RULA (*Rapid Upper Limb Asessment*) untuk mengetahui keluhan-keluhan yang terjadi akibat pekerja yang menggunakn alat manual dan pekerja sesudah menggunakan mesin. Sedangkan antropometri dilakukan untuk menentukan besar kecilnya produk yang akan di rancang berdasarkan data antropometri.

1. RULA (*Rapid Upper Limb Asessment*)

   Tahapan yang pertama mengetahui sikap pekerja sebelum menggunakan alat yang dilakukan oleh pekerja pemecah batu dipedesaan dengan sumber foto yang dihitung.



Gambar 3.2 Postur Kerja Penumbuk Batu (manual)

2. Pengambilan Data Antropometri

   Data antropometri dalam penelitian ini bersumber pada data jadi yang sudah baku untuk antropometri masyarakat indonesia menurut nurmianto 1996.

3. Data Antropometri pekerja

   Data antropometri yang diperlukan pada perancangan mesin *micro stone crusher* adalah tinggi tubuh pekerja dalam posisi berdiri

a. Tinggi siku berdiri

Mengukur jarak vertikal telapak kaki sampai siku, subjek berdiri tegak dengan mata menghadap kedepan.

b. Jangkauan Tangan ke depan (JT)

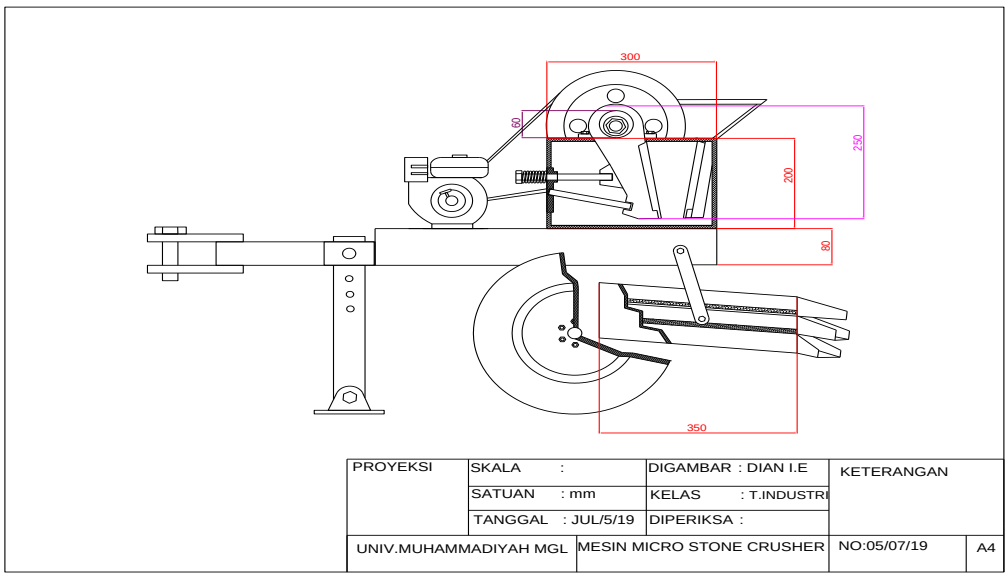
Mengukur jarak horisontal dari punggung sampai ujung jari tengah dan subjek berdiri tegak dengan betis,paha,punggung merapat dinding, tangan direntangkan kedepan

4. Perhitungan persentil

Pada bab ini akan dijelaskan mesin micro stone crusher persentil yang digunakan adalah persentil 5. Cara perhitungan dapat dilihat pada tabel 2.3.

G. Gambar Desain Alat

Desain ini digambar menggunakan *sofeware auto CAD*, dan dirancang berdasarkan dimensi dari perancangan alat yang digunakan untuk penghancur limbah batu alam yang akan menghasilkan agregat baru menggunakan sistem mekanis. Oleh karenannya harus memikirkan secara serius dalam perancangan ini agar dapat menghasilkan desain yang diharapkan. Berikut ini gambar perancangan mesin *micro stone crusher* :



Gambar 3.3 Desain Mesins Micro Stone Crusher

H. Persiapan Bahan

Dalam proses pengerjaan rancangan mesin ini akan di butuhkan alat dan bahan yang mendukung agar tidak ada kendala dalam proses pengerjaannya. Kebutuhan mengenai alat dan bahan sebagai berikut :

1. Alat-alat perancangan

   Alat yang digunakan dalam pembuatan mesin *micro stone crusher* ini adalah meteran, penggaris, kapur besi, tang, obeng, kunci pas, kunci inggris, palu, gergaji, bor tangan, bor duduk, grinda, las listrik, cutting, dan mesin bubut

2. Bahan matrial perancangan alat

   Bahan matrial yang digunakan dalam pembuatan mesin *micro stone crusher* ini adalah plat eser untuk dinding, mangan stile untu *jaw crusher,* slinder rumah barring, barring, as chentrik atau poros engkol,roda gila, pulley penggerak, mur roda gila, pegas spiral,spaner, besi UNP untuk dudukan, plat eser untuk hopper plat eser untuk screen dan kawat screen atau strimin, as roda, elektroda, batu grinda, mata bur, pahat bubut HSS dan widia

I. Alur Pembuatan

Dalam proses pembuatan mesin micro stone crusher ini dapat dijelaskan alur pengerjaanya sebagai berikut :

1. Pembuatan body mesin untuk *jaw*

   Dalam pembuatan body mesin membutuhkan plat eser dengan ketebalan 1,5mm kerangka ini persegi panjang, 300x200x200mm body depan dan belakang lebih pendek dari panjang kerangka samping dengan maksud untuk penempatan *jaw crusher,* alat yang digunakan adalah kapur besi, penggaris, cutting atau blender potong, las listrik, dan gerinda.

2. Pembuatan poros engkol atau As sentrik

   Dalam pembuatan As sentrik ini dibutuhkan besi As dengan θ ±80mm pengerjaannya membutuhkan mesin bubut, busur, jangka sorong, jangka lingkaran

3. Rumah *bearing* atau laker

   Dalam pembuatan rumah barring dibutuhkan besi selinder θ ±200mm

4. Pembikinan *jaw crusher*

   Dalam pembuatannya dibutuhkan rumah barring dan *jaw crusher* atau penghancur batu. Plat *jaw* dibutuhkan besi baja mangan steal dengan ukuran 150x150mm

5. Roda gila

   Roda gila terdiri dari dua macam roda gila kiri dan kanan, yang kanan terdapat pulley untuk penggerak, bagian kiri untuk pembeban saja. Berat 1 roda gila 15kg.

6. Pembuatan *hooper* atas

   Menggunakan plat eser dengan ketebalan 2mm dipotong dan di bentuk sesuai kebutuhan, alat yang digunakan untuk membuat hopper adalah cutting, las listrik, penggaris.

7. Pembuatan Ayaan

   Menggunakan plat eser dengan ketebalan 2mm, ayaan terdiri tiga tingkat, tingkatan pertama dengan ukuran lobang 30x20mm, tingkatan ke dua dengan ukuran 5x10mm, tingkatan ketiga dengan ukuran 1x1mm alat yang digunakan adalah cutting, las listrik, bor duduk.

8. Kerangka mesin

   Menggunakan besi UNP 80x40x3mm, panjang kerangka 600mm, dan lebar 200mm, alat yang digunakan adalah las listrik, grinda, cutting, kapur besi dan penggaris

9. Roda untuk dudukan

   Roda yang digunakan adalah roda mobil deng ring 14inchi

10. As roda

    Menggunakan besi As diameter 40mm, barring, rumah barrig, mur dan baut, alat yang digunakan adalah mesin bubut, grinda dan las listrik.

11. Support atau standar

    Menggunakan besi UNP, mur dan baut, alat yang digunakan las listrik, cutting, grinda

J. Proses perakitan

Setelah setiap komponen selesai dibuat maka akan dirakit per bagian-bagian dari masing-masing fungsinnya. Perakitan dimulai dari pengesetan bagian atas, yaitu pemasangan komponen pada mesin crusher. Mulai dari pemasangan *jaw crusher* ke poros as sentrik, pemasangan bearing kemudian pengesetan ke body *crusher*, lalu pemasangan spaner setelah bagian body crusher selesai, pasang roda pada kerangka, dan satukan body crusher dengan kerangka, setelah body terpasang baru set roda gila. Setelah itu seting ayakan, apabila semua bagian telah terpasang, maka akan dilakukan pengecekan guna mengetahui nantinya tidak terjadi kesalahan.

K. Sistem Kerja

Langkah pertama menyalakan mesin, kemudian puli motor berputar dan komponen (*jaw)* bergerak, kemudian operator berdiri tepat didepan berada di samping ayaan, kemudian mengambil batu dan di tuangkan ke dalam hoper, maka batu akan masuk ke dalam dan akan diterima oleh *jaw* selanjutnya akan jatuh dan diterima oleh tiga ayaan, otomatis matrial akan terpisah dengan ukuran yang berbeda.

L. Aspek Teknis

Tahap ini dilakukan untuk melakukan perhitungan mengenai perbandingan transmisi rumus (1), jarak sumbu poros rumus (2), kecepatan sabuk rumus (3), gaya pada puli rumus (4), kecepatan motor rumus (5), tengan tarik rumus (6), luas penumpang v-belt rumus (7), perhitungan panjang keliling v-belt (8)

M. Aspek Ekonomis

Tahap ini nantinya akan diketahui perhitungan biaya merupakan harga biaya yang harus dikeluarkan untuk pembuatan mesin *micro stone crusher*. Setelah menentukan dimensi, menentukan matrial apa saja yang diperlukan sehingga dapat diperkirakan besarnya baiya yang dikeluarkan untuk mebuat mesin *micro stone crushe.* Biaya tersebut terdiri dari biaya bahan baku, biaya pembuatan dan biaya ide. Adapun perhitungan biaya perancangan mesin dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Biaya ide

Biaya ide = 20% x (biaya matrial + biaya pekerjaan)

2. Biaya total perancangan

Biaya total = biaya bahan baku + biaya pembuatan + biaya ide

Adapun Perhitungan ekonomi pada penelitian ini adalah dengan metode *Break Event Poin* (BEP) rumus (9,10), *Net Present Value* (NPV) rumus (11), *Payback Period* (PP) rumus (12).

N. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini akan diuraikan mengenai hasil dan pembahasan . meliputi analisis biaya, cara kerja mesin *micro stone crusher* secara keseluruhan.

O. Kesimpulan dan Saran

Pada bagian ini akan diambil kesimpulan dari hasil pengolahan data dengan memperhatikan tujuan yang ingin dicapai dari penelitian, serta memberi saran-saran yang terkait dengan hasil penelitian yang dilakukan.

BAB VI
PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan Aspek Ergonomi : sekor pekerja setelah dilakukannya perancangan mesin ini melakukan penurunan sikap kerja yang awalnya 6 berarti bahwa pekerja dengan postur kerja yang dalam waktu dekat akan menimbulkan cidera. untuk itu harus ada penanganan dalam waktu dekat, setelah dilakukannya perancangan sekor menurun menjadi 3 yang artinya bahwa postur pekerja dapat diterima dan tidak menimbulkan keluhan yang akan membahayakan pekerja. Perancangannya dibantu menggunakan data antropometri yang sudah ada data yang diambil tinggi siku rata rata 909mm dan jangkauan tangan kedepat rata rata 157mm.
2. Berdasarkan Aspek Teknis : dengan putaran mesin 669rpm dapat menghancurkan limbah batu dengan waktu 48detik per tenggok, sehingga dalam satu hari (8jam kerja) mesin micro stone crusher dapat menggiling limbah batu sebanyak 600 tenggok (4,8m^3) terdiri dari 250 tenggok (2m^3) split uk 30x20mm, 200tenggok (1,6m^3) split uk 5x10mm dan 150tenggok (1,2m^3) abu batu . dalam satu 1,5m^3 setara dengan 125 tenggok.
3. Berdasarkan Aspek Ekonomi : biaya perancangan sebesar Rp. 13.392.600, untuk BEP unit didapatkan 5.304 tenggok agar mencapai titik ipas. Dari hasil perhitungan nilai NPV adalah positif dengan nilai sebesar Rp. 51,7 jt. maka rencana investasi pembelian mesin produksi dapat dilanjutkan. Nilai NPV positif (NPV>0) menunjukan bahwa penerimaan lebih besar dibandingkan dengan nilai yang diinvestasikan sedangkan untuk IRR 37,17% dan PP selama 1,1 tahun

B. Saran

Saran yang diberikan untuk langkah pengembangan atau penelitian selanjutnya yaitu :

1. Pengrajin batu harus memperhatikan limbah batu yang dihasilkan, sebagai pemanfaatan limbah sehingga dengan cara memanfaatkan limbah batu tersebut industri batu dapat mengembangkan industrinya. dengan cara membuat karya baru seperti pembutan air mancur, batako mini, loster dll. sehingga limbah limbah tersebut tidak terbengkalai.
2. Desain rancangan mesin micro stone crusher dapat dikembangkan menjadi mesin micro stone crusher kompek dengan penambahan hammer mill yang berfungsi sebagai alat untuk memperkecil matrial apabila kebutuhan matrial halus (pasir) sedang meningkat hammer mill tersebut dipasang dan apabila membutuhkan split hamer mill dilepas.
3. Penelitian lanjutan diperlukan untuk melihat seberapa besar *work hardening* yang terjadi setelah jaw crusher digunakan dilapangan

DAFTAR PUSTAKA

Arta, A. D. (2015). *Perancangan Mesin Es Puter Berdasarkan Aspek Ergonomis.* Surakarta: Universitas Sebelas maret Surakarta.

Asrori, M. (2013). Metode Break Event Point Sebagai alat Perencana Laba Jangka Pendek. Universitas Semarang.

Biz, A. (2018). Teori, Tipe, Jenis Alat Mesin Peremukan, Crushing Pengertian .

Diwantari, W. P. (2016). *Analisis ekonomi teknik investasi proyek.* Lampung: Universitas Lampung Bandar lampung.

Gasperz, v. (2005). *Manajemen Produktivitas Total Strategi Peningkatan Produktivitas Bisnis Global.* Jakarta: PT.Gramedia Pustaka Utama.

Kiyokatsu, S., & Sularso. (1994). *Dasar Perencanaan dan Pwmilihan Elemen.* Jakarta: Pradnya Paramita.

Liliana, Y. (2007). *Pertimbangan Antropometri pada Pendisainan.* Yogyakarta: Seminar Nasional III SDM.

Maharani, D. L., & Susanto, N. (2007). Analisis Perbsikan Postur Kerja Operator Menggunakan Metode RULA Untuk Mengurangi Resiko Musculoskeletal.

McAtamney, L. a. (1993). RULA: A Survey Method for Investigation of Work-Related Upper Lomb Disorders. *Apilied Ergonomics*, 91-99.

Middlesword, M. (2013). *A Step-by-Step Guid Rapid Uper Limb Assesment (RULA), Ergonomics Plus.* indiana.

nurmianto. (2003). ergonomi konsep dasar dan aplikasinya. *jakarta PT. Guna Widya*.

Pulat, B. d. (2000). Industrial Ergonomic, Case Studies.

Reed, W. R. (2012). Illustration of a jaw crusher showing material being crushed between fixed and reciprocating jaws.

sari, m. (2016). *kekayaan Alam Indonesia*. Diambil kembali dari http://ilmugeografi-com.cdn.ampproject.org/v/s.

Sibarani, M. P. (2015). Perancangan Mesin Pemecah Batu Dolomit Kapasitas 500kg/jam. *Jurnal Inovtek Polbeng*.

Sularso. (1991). Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. 163.

Sularso; S, Kiyokatsu. (1994, 02 20). *Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin.* Jakarta: Pradnya Paramita.

Wingjosoebroto, S. (2008). *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu.* Surabaya: Guna Widya.

Zulfah. (2017). *Perancangan Alat Penggiling Ikan Dengan Pendekatan.* Tegal: Universitas Pancasakti Tegal.