

IMPLEMENTASI METODE *STANDARDIZED UNITLESS RATING* PADA PROSES PEMILIHAN VENDOR DALAM PENGADAAN *BERTINMINI TRACE CSDF MULTIPURPOSE DEVICE (SI VERSION)*

Nisa Muftiah¹, Sofiani Nalwin Nurbani*²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana,
Jl. PHH. Mustofa No. 68, Bandung 40124

Abstrak

Pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia saat ini diteliti dan dikembangkan oleh Badan Tenaga Nuklir (BATAN) yang merupakan Lembaga Pemerintah Non Kementerian. Terdapat 3 buah reaktor nuklir di Indonesia yang dioperasikan oleh BATAN, yakni Reaktor Triga Mark II sebanyak 2 buah berada di Bandung dan sebuah Reaktor Nuklir 30 MW berada di Serpong. Reaktor nuklir pertama di Indonesia dibangun di kawasan nuklir Bandung pada tahun 1966 yang bertempat di jalan Taman Sari dengan area sekitar 3 hektare dan terdapat juga Pusat Sains dan Teknologi Nuklir Terapan (PSTNT) di kawasan ini. Guna mengetahui vendor alat deteksi radiasi yang terbaik untuk proses Pengadaan BertinMini Trace Multipurpose Device (SI Version), maka dilakukan penelitian dengan cara membandingkan nilai performansi hasil kinerja dari tiap vendor. Untuk menilai kinerja dari tiap vendor dapat dilakukan dengan metode *Standardized Unitless rating (SUR)*. Dengan metode ini akan didapatkan urutan jasa ekspedisi prioritas dari hasil perhitungan tingkat kepuasan dan keraguan berdasarkan kriteria yang diinginkan oleh perusahaan. Hasil perbandingan penilaian vendor dengan menggunakan metode perhitungan SUR diperoleh urutan nilai vendor terbaik adalah CV. Prakasa Cahaya Abadi dengan nilai 0,32, kemudian vendor CV. Tritama Bhakti dengan nilai 0,15, dan yang terakhir vendor PT. Tridinamika Jaya Instrumen dengan nilai -0,11.

Kata Kunci: Nilai performansi; Vendor; SUR

Abstract

[IMPLEMENTATION OF STANDARDIZED UNITLESS RATING METHODS ON VENDOR SELECTION PROCUREMENT IN PROCUREMENT WITH TINMINI TRACE CSDF MULTIPURPOSE DEVICE (SI VERSION)] The National Nuclear Energy Agency (BATAN) is a Non-Ministerial Government Institution of Indonesia that carries out tasks in the fields of research, development, and utilization of nuclear power. BATAN operates 3 nuclear reactors in Indonesia, 2 Triga Mark II reactors, and a 30 MW nuclear reactor in Serpong. The Bandung Nuclear Area was built in 1966 with an area of about 3 hectares located opposite the ITB campus. In this area, there is the Center for Applied Nuclear Science and Technology (PSTNT). The problem studied in this research is to find out which detection tool vendor has the best value for the BertinMini Trace CSDF Multipurpose Device (SI Version) procurement process. The objectives to be achieved are to compare the performance results of each vendor for the Bertin Mini Trace CSDF Multipurpose Device (SI Version) procurement and to find out which vendor is the best that can be used in the Bertin Mini Trace CSDF Multipurpose Device (SI Version) procurement process. The *Standardized Unitless Rating (SUR)* method is a method used to assess the behavior and performance of vendors whether they are satisfactory or not. This method can be used to calculate the level of satisfaction and the level of doubt in measuring performance based on the given criteria so that the order of expedition services is obtained based on the assessment that has been done. results based on the comparison research the value of the results of the debt based on the calculation of the SUR is CV. Prakasa Cahaya Abadi 0.32, PT. Tridinamika Jaya Instrument -0.11, and CV. Tritama Bhakti 0.15. And the order of the best vendor values based on the calculation results of the *Standardized Unitless Rating (SUR)* is CV. Prakasa Cahaya Abadi, CV. Tritama Bhakti, and finally PT. Tridinamika Jaya Instruments.

Keywords: Performance value; Vendors; SUR

1. Pendahuluan

BATAN (Badan Tenaga Nuklir Nasional) merupakan sebuah Lembaga Pemerintah Non

Kementerian Indonesia. BATAN bertugas untuk melaksanakan tugas pemerintahan yang berkaitan dengan bidang penelitian, pengembangan, serta pemanfaatan tenaga nuklir. Sampai dengan saat ini, BATAN sudah mengoperasikan tiga buah reaktor nuklir, yaitu dua buah Reaktor Triga Mark II yang

*Penulis Korespondensi.

E-mail: sofiani.nalwin@usbykpk.ac.id

Implementasi Metode *Standardized Unitless Rating* Pada Proses Pemilihan Vendor Dalam Pengadaan Bertinmini Trace CSDF Multipurpose Device (SI Version)

berada di Bandung dan sebuah Reaktor Nuklir 30 MW yang berlokasi di Serpong.

Dalam melakukan proses pengadaan barang permasalahan yang biasanya terjadinya adalah terjadi keraguan pada saat melakukan pemilihan *vendor* dalam melakukan penilaian terhadap kriteria-kriteria khusus yang sudah ditetapkan (Sutedi 2014), mengingat proses pengadaan barang yang dilakukan bukanlah pengadaan rutin sehingga diperlukan kecepatan dan ketepatan dalam melakukan penilaian terhadap kriteria-kriteria yang sudah ditetapkan agar tidak menghambat proses penelitian yang berdampak pada tingkat kepuasan yang dirasakan oleh Bagian Pengadaan Barang dan Jasa, *user*, serta berdampak kepada ranking/peringkat kepada *vendor*.

Pada penelitian ini penulis memilih *BertinMiniTRACE CSDF multipurpose device (SI Version)* berjumlah satu buah yang digunakan sebagai objek penelitian dikarenakan nilai harga dari *BertinMiniTRACE CSDF multipurpose device (SI Version)* yang merupakan memiliki nilai harga tertinggi diantara pengadaan barang yang dilakukan pada periode 2018. Sehingga, diperlukan penilaian yang akurat untuk pemilihan *vendor* dalam proses pengadaan barang.

Pembahasan yang diangkat yaitu bagaimana menyeleksi pemilihan *vendor* yang sesuai dengan kebutuhan proses pengadaan barang (*BertinMiniTRACE*) agar segala bentuk kesalahan dalam melakukan pemilihan *vendor* dapat diminimalisir dan dapat memperlancar proses penelitian di Pusat Sains dan Teknologi Nuklir (PSTNT) BATAN. Untuk itu agar menemukan *vendor* terbaik dalam proses pengadaan barang penulis tertarik untuk mengangkat judul tugas akhir dengan judul “**Implementasi Metode *Standardized Unitless Rating* Pada Proses Pemilihan Vendor Dalam Pengadaan Bertinmini Trace CSDF Multipurpose Device (SI Version)**”.

2. Metode Penelitian

Supply Chain Management (Manajemen Rantai Pasok) ialah sebuah proses yang mengembangkan kegiatan manajemen logistik mulai dari transportasi, pergudangan, dan distribusi (Anwar 2013). Selain itu, *supply chain management* juga mengembangkan kegiatan pengadaan dan material, serta informasi pada penyaluran barang dengan mengintegrasikan semua elemen, baik di luar maupun di dalam perusahaan (Hayati 2014).

Pembelian adalah merencanakan kebutuhan yang diperlukan dengan harga yang wajar dan kompetitif melalui pengiriman tepat waktu sesuai dengan prosedur yang berlaku, memastikan kualitas dan kuantitas sesuai spesifikasi yang ditetapkan (Guci 2016).

Pengadaan barang atau jasa pemerintah adalah kegiatan untuk memperoleh barang atau jasa dari kementerian/lembaga/satuan kerja perangkat daerah/organisasi lain yang prosesnya dimulai dari

perencanaan permintaan sampai dengan selesainya seluruh operasi untuk mendapatkan barang/jasa (Sutedi 2014).

Pemasok (penyedia barang dan jasa) adalah orang yang sah, komersial atau perorangan yang memasok atau memasok barang atau melakukan pekerjaan dan jasa sesuai dengan kebutuhan organisasi. Pemasok meliputi produsen, distributor, kontraktor, konsultan, dan pemasok (Wihandono 2004).

Menurut Li et al (dalam (Erfaisalsyah, Mansur, and Khasanah 2017; Guslan and Nasrullah 2020; Israwati Jambiani 2018)) *Standardized Unitless Rating* (SUR) adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengevaluasi perilaku dan kinerja pemasok, apakah memuaskan atau tidak, dari mana penilaian ini dapat dilakukan, menentukan pemasok mana yang dapat terus diminta untuk bekerja sama atau sebaliknya.

Pada metode SUR memperhitungkan tingkat keraguan dalam penilaian manusia (*Human Psychological Blindness*) dan menggunakan faktor psikologis manusia yang berperan penting dalam meminimalkan kesalahan (Wijaya 2018).

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan metode SUR, maka akan didapatkan nilai SUR untuk masing-masing *vendor* yaitu :

Tabel 1. Nilai SUR

No	Nama Vendor	Nilai SUR
1.	CV. Prakasa Cahaya Abadi	0,32
2.	PT. Tridinamika Jaya Instrument	-0,11
3.	CV. Tritama Bhakti	0,15

Sumber : Hasil Pengolahan

Setiap *vendor BertinMiniTRACE CSDF Multipurpose Device (SI Version)* tentunya memiliki performansi yang ditunjukkan, dan pada setiap performansi tersebut terdapat kelebihan dan kekurangan yang berbeda-beda, yang diharapkan untuk tiap *vendor* mampu dan meningkatkan performansi dalam menyediakan barang yang dibutuhkan oleh PSTNT untuk menunjang proses penelitian. Adapun nilai performansi setiap *vendor BertinMiniTRACE CSDF Multipurpose Device (SI Version)* yang dihitung menggunakan metode *Standardized Unitless Rating* adalah *vendor* CV.Prakasa Cahaya Abadi memiliki nilai SUR 0,32 selanjutnya PT. Tridinamika Jaya Instrument memiliki nilai SUR - 0,11, dan CV.Tritama Bhakti memiliki nilai SUR 0,15. Dari penjelasan diatas dapat diketahui bahwa :

1. CV. Prakasa Cahaya Abadi

Berdasarkan hasil perhitungan SUR yang diperoleh, sebesar 0,32 hal tersebut menunjukkan

Implementasi Metode *Standardized Unitless Rating* Pada Proses Pemilihan Vendor Dalam Pengadaan Bertinmini Trace CSDF Multipurpose Device (SI Version)

bahwa nilai $SUR > 0$ yang berarti *vendor* CV.Prakasa Cahaya Abadi memiliki kinerja yang baik. Berikut penjelasan masing-masing kriteria, yaitu :

a. Kualitas (Quality)

Interval jarak yang diperoleh *evaluator x* yaitu 0,80 yang terletak diantara 0,61-0,80 yang termasuk dalam interval puas begitu pula *evaluator y* 0,80 yang terletak diantara 0,61-0,80 yang termasuk dalam interval puas. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kedua *evaluator* merasa puas dengan kualitas barang yang ditawarkan *vendor*.

b. Harga (Price)

Interval jarak yang diperoleh *evaluator x* yaitu 1 yang terletak diantara 0,81-1,00 yang termasuk dalam interval sangat puas sedangkan *evaluator y* 0,90 yang terletak di interval 0,80-1 yang juga termasuk dalam interval sangat puas. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kedua *evaluator* merasa sangat puas dengan kinerja *vendor*.

c. Waktu Pengiriman (Delivery time)

Interval jarak yang diperoleh *evaluator x* yaitu 0,8 yang terletak diantara 0,80-1 yang termasuk dalam interval sangat puas sedangkan *evaluator y* yaitu 0,6 yang terletak diantara 0,6-0,8 yang termasuk dalam interval puas. Dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa kedua *evaluator* merasa puas dengan kinerja *vendor*.

d. Pengalaman (Experience)

Interval jarak yang diperoleh *evaluator x* yaitu yaitu 0,86 yang terletak diantara 0,80-1,00 yang termasuk dalam interval sangat puas begitu pula *evaluator y* yaitu 0,93 yang terletak di interval 0,8-0,1 yang termasuk dalam interval sangat puas. Dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa kedua *evaluator* merasa sangat puas dengan kinerja *vendor*.

e. Pelayanan (Responsiveness)

Interval jarak yang diperoleh *evaluator x* yaitu yaitu 0,80 yang terletak diantara 0,80-1,00 yang termasuk dalam interval sangat puas sedangkan *evaluator y* yaitu 0,73 yang terletak di interval 0,6-0,8 yang termasuk dalam interval puas. Dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa kedua *evaluator* merasa puas dengan kinerja *vendor*.

2. PT. Tridinamika Jaya Instrument

Berdasarkan hasil perhitungan nilai SUR yang diperoleh sebesar $-0,11$ hal tersebut menunjukkan bahwa nilai $SUR < 0$ yang berarti *vendor* PT. Tridinamika Jaya Instrument memiliki kinerja yang kurang baik. Berikut penjelasan masing-masing kriteria :

a. Kualitas (Quality)

Interval jarak yang diperoleh *evaluator x* yaitu 0,80 yang terletak diantara 0,60-0,80

yang termasuk dalam interval puas begitu pula *evaluator y* 0,80 yang terletak diantara 0,60-0,80 yang termasuk dalam interval puas. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kedua *evaluator* merasa puas dengan kualitas barang yang ditawarkan *vendor*.

b. Harga (Price)

Interval jarak yang diperoleh *evaluator x* yaitu 0,60 yang terletak diantara 0,60-0,80 yang termasuk dalam interval puas begitu pula *evaluator y* 0,60 yang terletak di interval 0,60-0,80 yang juga termasuk dalam interval puas. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kedua *evaluator* merasa puas dengan kinerja *vendor*.

c. Waktu Pengiriman (Delivery time)

Interval jarak yang diperoleh *evaluator x* yaitu 0,50 yang terletak diantara 0,40-0,60 yang termasuk dalam interval cukup puas sedangkan *evaluator y* yaitu 0,70 yang terletak diantara 0,6-0,8 yang termasuk dalam interval puas. Dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa kedua *evaluator* merasa cukup puas dengan kinerja *vendor*.

d. Pengalaman (Experience)

Interval jarak yang diperoleh *evaluator x* yaitu yaitu 0,86 yang terletak diantara 0,80-1,00 yang termasuk dalam interval sangat puas begitu pula *evaluator y* yaitu 0,86 yang terletak di interval 0,8-0,1 yang termasuk dalam interval sangat puas. Dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa kedua *evaluator* merasa sangat puas dengan kinerja *vendor*.

e. Pelayanan (Responsiveness)

Interval jarak yang diperoleh *evaluator x* yaitu yaitu 0,73 yang terletak diantara 0,60-0,80 yang termasuk dalam interval puas sedangkan *evaluator y* yaitu 0,80 yang terletak di interval 0,80-1 yang termasuk dalam interval sangat puas. Dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa kedua *evaluator* merasa puas dengan kinerja *vendor*.

3. CV.Tritama Bhakti

Berdasarkan hasil perhitungan nilai SUR yang diperoleh sebesar 0,15 hal tersebut menunjukkan bahwa nilai $SUR > 0$ yang berarti *vendor* CV.Tritama Bhakti memiliki kinerja yang baik. Berikut penjelasan masing-masing kriteria, yaitu :

a. Kualitas (Quality)

Interval jarak yang diperoleh *evaluator x* yaitu 0,80 yang terletak diantara 0,81-1,00 yang termasuk dalam interval sangat puas begitu pula *evaluator y* 0,80 yang terletak diantara 0,80-1 yang termasuk dalam interval sangat puas. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kedua *evaluator* merasa sangat puas dengan kualitas barang yang ditawarkan *vendor*.

Implementasi Metode *Standardized Unitless Rating* Pada Proses Pemilihan Vendor Dalam Pengadaan Bertinmini Trace CSDF Multipurpose Device (SI Version)

b. Harga (*Price*)

Interval jarak yang diperoleh *evaluator x* yaitu 0,80 yang terletak diantara 0,80-1,00 yang termasuk dalam interval sangat puas sedangkan *evaluator y* 0,60 yang terletak di interval 0,60-0,80 yang juga termasuk dalam interval puas. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kedua *evaluator* merasa sangat puas dengan kinerja *vendor*.

c. Waktu Pengiriman (*Delivery time*)

Interval jarak yang diperoleh *evaluator x* yaitu 0,80 yang terletak diantara 0,80-1 yang termasuk dalam interval sangat puas sedangkan *evaluator y* yaitu 0,90 yang terletak diantara 0,8-1 yang termasuk dalam interval sangat puas. Dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa kedua *evaluator* merasa sangat puas dengan kinerja *vendor*.

d. Pengalaman (*Experience*)

Interval jarak yang diperoleh *evaluator x* yaitu yaitu 0,86 yang terletak diantara 0,80-1,00 yang termasuk dalam interval sangat puas begitu pula *evaluator y* yaitu 0,86 yang terletak di interval 0,8-0,1 yang termasuk dalam interval sangat puas. Dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa kedua *evaluator* merasa sangat puas dengan kinerja *vendor*.

e. Pelayanan (*Responsiveness*)

Interval jarak yang diperoleh *evaluator x* yaitu yaitu 0,86 yang terletak diantara 0,80-1,00 yang termasuk dalam interval sangat puas sedangkan *evaluator y* yaitu 0,93 yang terletak di interval 0,80-1,00 yang termasuk dalam interval sangat puas. Dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa kedua *evaluator* merasa sangat puas dengan kinerja *vendor*.

Berdasarkan hasil perhitungan yang didapat dengan menggunakan metode SUR yang penilaiannya dilakukan dengan cara pengisian kuesioner yang dilakukan oleh *evaluator x* dan *evaluator y* dimana kedua *evaluator* tersebut dianggap cukup berpengalaman di bidangnya, dari hasil kuesioner yang diisi oleh *evaluator x* dan *y* maka diperoleh nilai SUR untuk masing-masing *vendor BertinMiniTRACE CSDF Multipurpose Device (SI Version)* yang terbaik untuk direkomendasikan bagi PSTNT adalah CV.Prakasa Cahaya Abadi dengan nilai SUR 0,32 yang berarti nilai SUR > 0 dan CV.Prakasa Cahaya Abadi memiliki nilai SUR paling tinggi, dimana Nilai SUR yang bernilai positif (+) atau nilai SUR > 0 maka *vendor BertinMiniTRACE CSDF Multipurpose Device (SI Version)* tersebut yang menjadi pilihan terbaik dalam penilaian yang dapat dipercaya oleh PSTNT.

4. Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan dan analisis hasil pengolahan data, maka dapat diambil kesimpulan antara lain : perhitungan yang digunakan menggunakan metode SUR maka :

1. Dari hasil perhitungan yang digunakan metode SUR maka penilaian dari kinerja *vendor* adalah :
 - a. CV.Prakasa Cahaya Abadi memiliki nilai SUR 0,32 yang berarti nilai tersebut > 0 maka CV. Prakasa Cahaya Abadi memiliki bobot prioritas tertinggi.
 - b. CV. Tritama Bhakti memiliki nilai 0,21 yang berarti nilai tersebut > 0.
 - c. PT. Tridinamika Jaya Instrument memiliki nilai - 0,53 yang berarti nilai tersebut < 0 maka PT. Tridinamika Jaya Instrument memiliki bobot prioritas paling rendah diantara *vendor* lain.
2. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan metode SUR maka *vendor* yang digunakan dalam proses pengadaan barang di PSTNT adalah *vendor* CV.Prakasa Cahaya Abadi yang memiliki nilai SUR 0,98 yang berarti nilai tersebut > 0 maka CV.Prakasa Cahaya Abadi memiliki nilai bobot prioritas paling tinggi dalam proses pengadaan barang *BertinMiniTRACE CSDF multipurpose device (SI Version)*.

Daftar Pustaka

- Anwar, Sariyun Naja. 2013. "Manajemen Rantai Pasokan (Supply Chain Management): Konsep Dan Hakikat."
- Erfaisalsyah, M. H., A. Mansur, and A. U. Khasanah. 2017. "Yarn Supplier Selection Using Analytical Hierarchy Process (AHP) and Standardized Unitless Rating (SUR) Method on Textile Industry." in *AIP Conference Proceedings*. Vol. 1902.
- Guci, Yolanda. 2016. "Pengertian Purchasing Dan Prosedur Dalam Proses Purchasing." *Linkedin*.
- Guslan, Darfial, and Yahya Amri Nasrullah. 2020. "Analisis Perbandingan Metode Standardized Unitless Rating (SUR) Dan Linear Programming Dalam Pemilihan Prioritas Vendor Trucking." *Competitive* 15(1). doi: 10.36618/competitive.v15i1.660.
- Hayati, Enty Nur. 2014. "Supply Chain Management (SCM) Dan Logistic Management." *Jurnal Ilmiah Dinamika Teknik*.
- Israwati Jambiani, Edi Supardi. 2018. "Analisis Pemilihan Vendor Pada Department Procurement Di PT Nusantara Turbin Dan Propulsi Dengan Metode Standardized Unitless Rating (SUR)." *Jurnal Logistik Bisnis* 9(1).
- Sutedi, Adrian. 2014. *Aspek Hukum Pengadaan Barang Dan Jasa Dan Berbagai Permasalahannya*.
- Wihandono, Basuki Edi. 2004. "Transparansi Lelang Proyek Sebagai Sarana Menuju Good Governance."
- Wijaya, Y. V. 2018. "Penilaian Dalam Pemilihan Jurusan Teknik Industri Di Perguruan Tinggi Swasta Bagi Siswa/i SMA Di Kota Surabaya Dengan Menggunakan Metode Topsis.

PERANCANGAN MESIN PENGUPAS DAN PEMARUT SINGKONG

Firman Permana¹, Nurwathi*²

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana

²Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana
Jl. PHH. Mustofa No. 68, Bandung 40124

ABSTRAK

Perkembangan ekonomi di kalangan menengah kebawah masih memerlukan kemajuan teknologi. Terutama pada masyarakat di pedesaan yang kurang perhatian dari pemerintah, sehingga terjadi berbagai masalah ekonomi di kalangan bawah. Dengan begitu perlu adanya inovasi untuk pengolahan singkong. Maka dibuatkan sebuah Mesin Pengupas dan Pamarut Singkong untuk mengurangi permasalahan yang ada di masyarakat, agar bisa dimanfaatkan untuk membangun usaha yang mampu memperbaiki kondisi ekonomi. Metode pengumpulan data dari penelitian ini adalah dengan cara observasi dengan secara terlibat langsung dengan media yang sedang diteliti. Analisis yang dilakukan dalam perancangan ini adalah, perhitungan kapasitas mesin, perhitungan daya yang dibutuhkan, perhitungan puli, perhitungan kekuatan poros, dan perhitungan kekuatan rangka. Semua perhitungan tersebut dilakukan dengan cara teliti dan benar. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan beberapa kesimpulan yaitu didapat kapasitas mesin 4,8 kg/menit dari putaran poros pisau 1400 rpm yang dihubungkan dengan motor listrik 2 HP dengan diameter pisau parut 13 cm dan panjang 33 cm. Ukuran mesin 797 x 606 x 822 (P x L x T), menghasilkan bobot mesin tanpa produk 18 kg. Singkong yang diparut harus berukuran diameter 5 cm dengan panjang 15 cm, berat satu singkong 0,993 kg.

Kata kunci: mesin pengupas dan pamarut singkong, singkong

ABSTRACT

[DESIGN OF CASSAVA PEELER AND GRATER] Economic development in the lower middle class still requires technological progress. Especially for people in rural areas who lack attention from the government, resulting in various economic problems among the lower classes. Thus, there is a need for innovation in cassava processing. So a cassava peeler and grater machine were made to reduce the problems that exist in the community so that they can be used to build businesses that can improve economic conditions. The method of collecting data from this research is by way of observation by being directly involved with the media being studied. The analysis carried out in this design is calculating the engine capacity, calculating the required power, calculating the pulleys, calculating the strength of the shaft, and calculating the strength of the frame. All calculations are carried out carefully and correctly. Based on the results of the research that has been carried out, several conclusions were obtained, namely the engine capacity of 4.8 kg/minute from the rotation of the blade shaft at 1400 rpm which was connected to a 2 HP electric motor with a blade diameter of 13 cm and a length of 33 cm. The engine size is 797 x 606 x 822 (LxWxH), resulting in a machine weight without the product of 18 kg. Grated cassava must be 5 cm in diameter by 15 cm long, one cassava weighs 0.993 kg.

Keywords: cassava, cassava peeler and grater.

1. Pendahuluan

Latar Belakang Masalah

1. Pertumbuhan ekonomi masyarakat yang tinggal di desa yang belum membaik.
2. Kurangnya informasi yang sampai ke daerah terpencil (Oktiawan and Amalia 2012)
3. Hasil bumi yang paling mudah ditanam yaitu singkong.
4. Berbagai macam olahan makanan ringan yang mudah di buat dari singkong (Muntoha 2015)
5. Pengupasan dan Pamarutan singkong yang masih mengandalkan cara manual (Fanila and Sastra 2018; Sularso and Suga 1991)

*Penulis Korespondensi.

E-mail: nurwathi68@yahoo.com

Rumusan Masalah

1. Bagaimana analisis rancangan pengupas dan pamarut singkong yang bisa dibuat secara lebih ekonomis ?
2. Bagaimana rancangan mesin pengupas dan pamarut singkong dengan kapasitas 4,8 kg/menit ?

Batasan masalah

1. Analisis yang dilakukan pada komponen-komponen mesin yang dibahas hanya yang bersifat umum saja, dalam perancangan ini.
2. Perhitungan masa pakai pisau tidak dibahas dalam perancangan ini.
3. Analisis hasil pengujian Mesin Pamarut tidak dibahas
4. Analisis mesin hanya fokus pada output mesin pamarut saja

Tujuan Penelitian

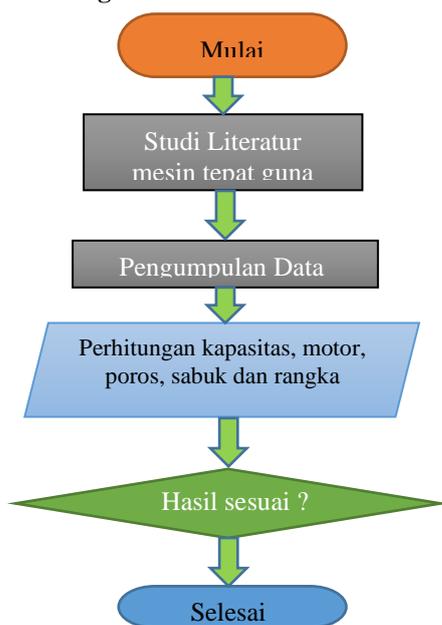
1. Menganalisa mesin Pengupas dan Pamarut Singkong dengan Kapasitas 4,8 kg/menit.
2. Membuat rancangan mesin Pengupas dan Pamarut Singkong dengan kapasitas 4,8 kg/menit.

Manfaat Perancangan

Mengetahui cara kerja dari Mesin Pengupas dan Pamarut Singkong

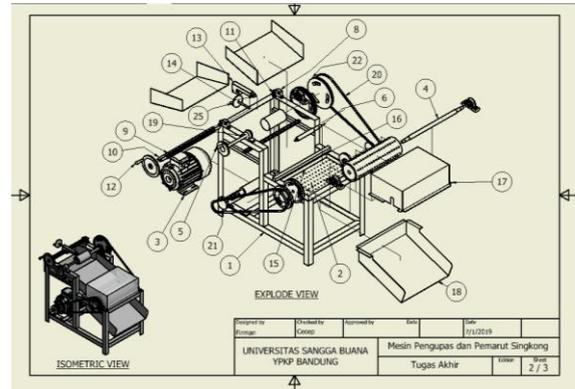
1. Menjadi referensi masyarakat yang ingin mengembangkan teknologi tepat guna dan menjadi pilihan masyarakat dengan biaya pembuatan yang lebih ekonomis.
2. Dapat memberikan pengaruh positif untuk masyarakat menengah kebawah untuk dapat mengembangkan usahanya dengan lebih baik.

2. Metodologi Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan



Gambar 2. Desain Mesin Pengupas dan Pamarut Singkong

Perhitungan Kapasitas

Maka mesin parut kapasitasnya dapat dihitung dengan :

Diameter pisau = 13 cm

Panjang pamarut = 33 cm

$$\begin{aligned} \text{Keliling ling.} &= \pi \times d \\ &= 3,14 \times 13\text{cm} \\ &= 40,82 \text{ cm} \approx 41 \text{ cm} \end{aligned}$$

Maka apabila kecepatan pisau 1400 rpm :

$$\begin{aligned} \text{Total jarak} &= 1400 \text{ rpm} \times 41 \text{ cm} \\ &= 57400 \text{ cm/menit} \end{aligned}$$

Sehingga kapasitas mesin yang didapat adalah :

$$57400 \text{ cm/menit} : 24000 \text{ cm/kg} = 2,391 \text{ kg/menit (hanya pada panjang 13 cm)}$$

Kapasitas akhirnya : $2 \times 2,4 = 4,8 \text{ kg/menit}$ (2 artinya di dalam 1 kali proses pamarutan, mesin ini mampu memasukan 2 singkong dalam 1 periode tertentu).

Perhitungan Torsi

Diketahui : gaya pemotongan (F) = 7,5 kg = 73,5 N
: Jari – jari pisau (r) = 65 mm = 0,065 m

Faktor koreksi pada gaya pemotongan :

$$73,5 \times 1,2 = 88,2 \text{ N}$$

Maka besar torsi pemotongan adalah :

$$\begin{aligned} T &= F.r & (1) \\ T &= 88,2 \text{ N} \times 0,065 \text{ m} \\ T &= 5,73 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Penentuan Motor

Perhitungan Kecepatan Sudut

Diketahui : $\frac{\pi \cdot np}{30} = \frac{3,14 \cdot 1400}{30} = 146,5 \text{ rad/sec}$

Daya Pemotongan

Diketahui : Torsi pemotong (T) = 5,73 Nm

Kecepatan sudut (ω) = 146,5 rad/sec

$P = T \cdot \omega = 5,73 \cdot 146,5 = 839,4 \text{ W}$

$P = \frac{0,8394 \text{ kW}}{0,745} = 1,13 \text{ HP}$ (catatan : 1 HP = 0,715 kW)

Jadi motor yang akan digunakan adalah 2 HP dengan putaran 2800 rpm.

Perhitungan Puli

Perbandingan Putaran (i)

Diketahui : putaran yang direncanakan = 1400 rpm
 putaran motor = 2800 rpm

$i = \frac{n1}{n2} = \frac{Dp}{dp} = \frac{2800}{1400} = 2$ (perbandingan puli) 2 : 1

Perhitungan Puli

Diketahui : diameter puli penggerak (dp) = 101,6 mm (4 inch)

Rasio (i) = 2

$Dp = dp \times i$

$Dp = 101,6 \times 2$

$Dp = 203,2 \text{ mm}$

Analisa putaran poros

Diketahui : puli penggerak (dp) = 101,6 mm

Puli yang di gerakan (dp) = 203,2 mm

Putaran motor (Nm) = 2800 rpm

$np = \frac{dp \cdot nm}{Dp} = \frac{101,6 \text{ mm} \cdot 2800 \text{ rpm}}{203,2 \text{ mm}} = 1400 \text{ rpm}$

Perencanaan Belt

Daya perencanaan

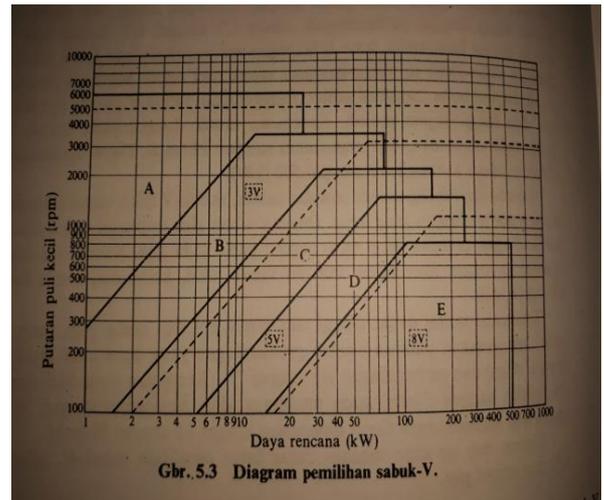
Diketahui : faktor koreksi (fc) = 1,0-1,5

Daya (P) = 0,8394 kW

$P_d = f_c \cdot P$ (2)

$P_d = 1,0 \cdot 0,8394 \text{ kW}$

$P_d = 0,8394 \text{ kW}$



Gambar 3. Diagram Pemilihan Belt

Maka belt yang di pilih adalah : Type A

Perencanaan Poros

Bahan poros yang akan dipilih

- Daya motor (P) = 2 HP
- Putaran poros (np) = 1400 rpm
- Daya perencanaan (Pd) = 0,8394 kW
- Bahan yang digunakan = ST50C (σ_{yp} : 62 kg/mm²)

Momen daya puntir rencana

Diketahui : daya perencanaan (Pd) = 0,8394 kW

putaran motor (Nm) = 2800 rpm

$T = 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{Nm}$

$T = 9,74 \times 10^5 \frac{0,8394}{2800}$

$T = 9,74 \times 10^5 \cdot 1,16 \times 10^{-4}$

$T = 291,99 \text{ Nm} \approx 292 \text{ Nm}$

Tegangan geser

Diketahui : SF₁ = 6,0

SF₂ = 1,3 (1,3-3,0)

Kekuatan tarik bahan S50C = 62 kg/mm²

$\tau_g = \frac{\sigma_b}{SF1 \cdot SF2}$ (3)

$\tau_g = \frac{62}{6,1,3}$

$\tau_g = 7,95 \text{ kg/mm}^2$

❖ Diameter poros

Diketahui: k₁ = 1,5 (1,5-3,0)

C_b = 1,2 (1,2-2,3)

Momen daya punter rencana (T) = 292 Nm = 292000 Nmm

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_g} \cdot k_1 \cdot C_b \right]^{1/3} \quad (4)$$

$$d_s = \left[\frac{5,1}{7,95} \cdot 1,5 \cdot 2.292000 \right]^{1/3}$$

$$d_s = \left[\frac{5,1}{5,17} \cdot 1,5 \cdot 1,2.292000 \right]^{1/3}$$

$$d_s = [337177,4]^{1/3}$$

$$d_s = 69 \text{ mm} \approx 70 \text{ mm}$$

Perencanaan rangka

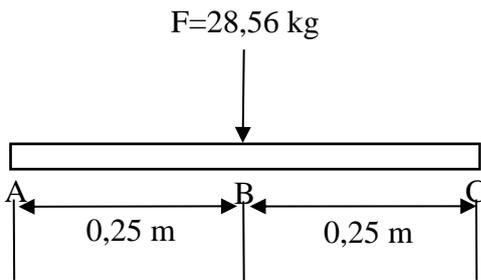
Berat pada rangka

Diketahui: Massa (masa total) = 27,67 kg

Gaya gravitasi (g) = 9,81 $\frac{m}{s^2}$

$$F = M \cdot g \quad (5)$$

$$F = 271,44 \text{ N}$$



Momen maksimum:

diketahui : F = 28,56 kg = 280,2 N

panjang batang = 50 cm = 0,5 m

panjang jarak penampang = 25 cm = 0,25 m

$$M_{AB} = \frac{F \cdot b^2}{Ls} [x(3a + b) - La] \quad (6)$$

$$M_{AB} = \frac{280,2 \cdot (0,25)^2}{(0,5)^3} [(3 \cdot 0,25 + 0,25) - 0,5 \cdot 0,25]$$

$$M_{AB} = 140,1 \cdot 0,875$$

$$M_{AB} = 122,587 \frac{N}{m} = 12258,7 \frac{N}{cm}$$

Tegangan ijin (σ_i)

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_u}{v} \leq \sigma_y \quad (7)$$

$$\sigma_{ijin} = \frac{4078,8 \frac{kg}{cm^2}}{2} \leq 2549 \frac{kg}{cm^2} \text{ (siku ASTM A36)}$$

$$\sigma_{ijin} = 2039,4 \frac{kg}{cm^2} \leq 2549 \frac{N}{cm^2}$$

Modulus penampang

$$z = \frac{ME}{\sigma_{ijin}} \quad (8)$$

$$z = \frac{13570 \frac{N}{cm}}{2039,4 \frac{N}{cm^2}}$$

$$z = 6,65 \text{ cm}^3$$

4. Kesimpulan

- a. Penyusun hanya memfokuskan perhitungan di bagian pamarutan saja, karena pengupasan diasumsikan sebagai fungsi tambahan.
- b. Sistem kerja dari mesin ini memanfaatkan tenaga dari motor listrik yang ditransmisikan melalui sabuk (v-belt) dengan media melalui puli yang di pasang di setiap poros yang bergerak.
- c. Mesin ini mempunyai kapasitas produksi \pm 4,8 kg/menit atau setara dengan 288 kg/jam.
- d. Poros utama memiliki kecepatan putar 1400 rpm
- e. Menggunakan daya sebesar 2 HP dan putaran 2800 rpm.

Daftar Pustaka

- Fanila, Hesty, and Marhadi Sastra. 2018. "Rancang Bangun Alat Pengupas Kulit Singkong Dengan Prinsip Mesin Bubut." *Jurnal Unitek* 11(2):99–108.
- Muntoha, Muntoha. 2015. "Pelatihan Pemanfaatan Dan Pengolahansingkongmenjadi Makanan Ringan Tela Rasa." *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship* 4(03):188–93.
- Oktiawan, Wiharyanto, and Setia Amalia. 2012. "Pengaruh Kondisi Sistem Drainase, Persampahan Dan Air Limbah Terhadap Kualitas Lingkungan (Studi Kasus Kelurahan Kuningan Kecamatan Semarang Utara)." *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan* 9(1):41–50.
- Sularso, Ir, and Kiyokatsu Suga. 1991. "Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin."

ANALISA LAJU ALIRAN FLUIDA PADA SISTEM JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR BERSIH DI KAWASAN KAMPUS ITB GANESHA DENGAN METODE HARDY-CROSS

Raden Fajar Taufik Ismail¹, Wisnu Wijaya*²

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana,
Jl. PHH. Mustofa No. 68, Bandung 40124

Abstrak

Salah satu hal penting untuk kebutuhan sehari-hari ialah distribusi air bersih. Pendistribusian air bersih biasanya menggunakan jaringan pipa, tetapi hal ini merupakan persoalan yang sangat kompleks dan memerlukan perhitungan yang teliti karena faktor kehilangan tinggi tekanan perlu diperhatikan. Untuk menentukan distribusi debit aliran fluida dan kehilangan tinggi tekanan pada satu titik tertentu, maka digunakan analisis laju aliran fluida pada jaringan pipa distribusi air bersih yang bertujuan agar air bersih dapat terdistribusi dengan baik. Metode Hardy-Cross merupakan salah satu metode untuk menganalisa jaringan pipa, metode ini menggunakan proses iterasi sehingga diperlukan ketelitian yang tinggi dengan dibantu program komputer Ms. Excel. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yang pertama ialah mengumpulkan data seperti kebutuhan air bersih di kawasan ITB, dimensi pipa yang digunakan. Tahapan selanjutnya adalah menghitung debit dan kehilangan tinggi tekanan yang dilakukan dengan menggunakan metode Hardy-Cross dan menggunakan persamaan Hazen-William. Dari tahapan-tahapan yang telah dilakukan, maka akan mendapatkan nilai debit aliran optimal, nilai head loss mayor, dan arah aliran air.

Kata Kunci: aliran fluida, distribusi air bersih, Hardy-Cross, head loss

Abstract

[ANALYSIS OF FLUID FLOW RATE ON CLEAN WATER DISTRIBUTION PIPE NETWORK SYSTEM IN ITB GANESHA CAMPUS WITH HARDY-CROSS METHOD] One of the important things for daily needs is the distribution of clean water. The distribution of clean water usually uses a pipe network, but this is a very complex problem and requires careful calculations because the high-pressure loss factor needs to be considered. To determine the distribution of fluid flow discharge and high-pressure loss at a certain point, an analysis of the fluid flow rate in the clean water distribution pipe network is used to ensure that clean water is well distributed. The Hardy-Cross method is one method for analyzing pipelines, this method uses an iteration process so that high accuracy is needed with the help of Ms. Excel. The first steps in this research are collecting data such as the need for clean water in the ITB area, the dimensions of the pipes used. The next step is to calculate the discharge and pressure loss using the Hardy-Cross method and the Hazen-William equation. From the steps that have been carried out, it will get the optimal flow rate value, the major head loss value, and the direction of the water flow.

Keywords: fluid flow, clean water distribution, Hardy-Cross, head loss

1. Pendahuluan

Air bersih merupakan jenis sumber daya air yang bermutu baik untuk dikonsumsi masyarakat luas, umumnya digunakan untuk kebutuhan sehari-hari (Shidiq, Riduan, and Abdi 2020) demikian pula untuk sivitas akademik kampus ITB Ganesha. Kawasan ITB Ganesha mempunyai luas 33.06 Hektar.

Untuk memenuhi kebutuhan air bersih, ITB Ganesha mendapat pasokan sumber air dari

sumur artesis yang tersebar di kawasan kampus. ITB memiliki pengolahan air sendiri atau disebut Water Treatment Plant (WTP) dan sistem distribusi air bersih tersusun atas reservoir, pompa dan tiga generasi jalur ring perpipaan distribusi air bersih bawah.

Generasi pertama pipa berbahan Cast Iron dibuat kisaran tahun 1970 menggunakan sistem jaringan perpipaan bercabang (branch system), generasi kedua pipa berbahan PVC dengan jenis sambungan Solvent Cement Joint (SCJ) dibuat pada kisaran tahun 1980 menggunakan sistem jaringan perpipaan melingkar pada setiap zona (loop system), terakhir generasi ketiga dibuat pada tahun 1996 pipa berbahan PVC dengan jenis sambungan Rubber Ring Joint (RRJ) menggunakan sistem jaringan perpipaan

*Penulis Korespondensi.

E-mail: nusiwis@gmail.com

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dan lima

Analisa Laju Aliran Fluida Pada Sistem Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Di Kawasan Kampus ITB Ganesha dengan Metode Hardy-Cross

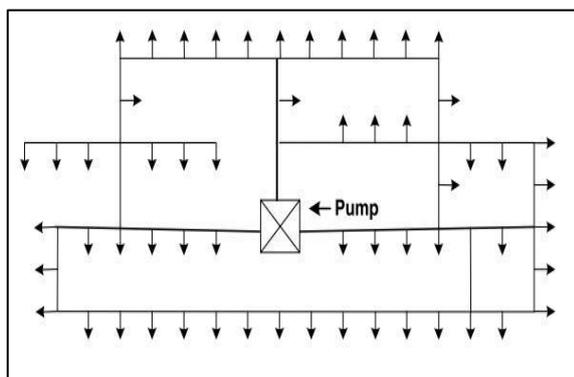
melingkar pada setiap zona (loop system) (Swamee and Sharma 2008). Sistem distribusi air bersih berperan penting bagi operasional, yang mana ITB Ganesha mempunyai reservoir utama dan sistem distribusi air bersih ini yang menyuplai ke setiap reservoir gedung-gedung yang berada di kawasan Kampus ITB Ganesha. Dengan menggunakan mesin pompa sentrifugal yang dijalankan berdasarkan factor beban puncak pemakaian air.

Sistem perpipaan distribusi air bersih banyak mengalami perubahan terutama pada penambahan output, dikarenakan adanya gedung-gedung baru yang memerlukan suplai air (Nasional 2011). Oleh karena itu penulis tertarik untuk Analisis laju aliran pada setiap pipa yang terdapat pada jaringan distribusi air bersih kampus ITB. Air bersih merupakan jenis sumber daya air yang bermutu baik untuk dikonsumsi masyarakat luas, umumnya digunakan untuk kebutuhan sehari-hari demikian pula untuk sivitas akademik kampus ITB Ganesha Kawasan ITB Ganesha mempunyai luas 33.06 Hektar.

2. Metode Penelitian

Sistem Melingkar (loop)

Pipa induk utama terletak mengelilingi daerah layanan. Pengambilan dibagi menjadi dua dan masing-masing mengelilingi batas daerah layanan, dan keduanya bertemu kembali di ujung. Pipa perlintasan (cross) menghubungkan kedua pipa induk utama. Di dalam daerah layanan, pipa pelayanan utama terhubung dengan pipa induk utama membentuk konfigurasi loop yang kompleks (Kayana, Pasek Nugraha, and Dantes 2018).



Gambar 1. Sistem Melingkar (Loop)

Kelebihan sistem melingkar (loop):

- a. Setiap titik mendapat suplai dari dua arah.
- b. Saat terjadi kerusakan pipa, air dapat disediakan dari arah lain.
- c. Untuk memadamkan kebakaran, air tersedia dari segala arah.
- d. Desain pipa mudah.

Kekurangan sistem melingkar (loop):

- a. Membutuhkan lebih banyak pipa.
- b. Head los lebih besar

Pemilihan sistem pipa distribusi ditinjau dari kondisi topografi, lokasi reservoir, luas pelayanan, jumlah pelayanan dan jaringan jalan dimana pipa akan dipasang. Pada Tabel 1 dijelaskan kriteria tentang pipa distribusi.

Tabel 1. Contoh Penyisipan Tabel (Lewis)

Uraian	Notasi	Kriteria
1 Debit Perencanaan	Q puncak	Kebutuhan air jam puncak $Q_{peak} = F_{peak} \times Q_{rata-rata}$
2 Faktor jam puncak	F.puncak	1,15 – 3
3 Kecepatan aliran air dalam pipa		
a.Kecepatan minimum	V min	0,3-0,6 m/det
b.Kecepatan maksimum	V max	3,0-4,5 m/det
Pipa PVC atau ACP	V max	6,0 m/det
Pipa baja atau DCIP		
4 Tekanan air dalam pipa	h min	(0,5-1,0) atm, pada titik jangkauan pelayanan terjauh.
a.Tekanan minimum	h max	
b.Tekanan maksimum	h max	6 - 8 atm
- Pipa PVC atau ACP	h max	10 atm
- Pipa baja atau DCIP	h max	12.4 MPa
- Pipa PE 100		9.0 MPa
- Pipa PE 80		

Analisis Pipa Distribusi

Perhitungan Aliran

Apabila zat cair tak kompresibel mengalir secara kontinyu melalui pipa atau saluran, denganampang aliran konstan ataupun tidak konstan, maka volume zat cair yang lewat tiap satuan waktu adalah sama di semua tampang. Keadaan ini disebut dengan hukum kontinuitas aliran zat cair. Atau lebih sederhananya debit yang masuk kedalam penampang sama dengan debit yang keluar (Kayana, Nugraha, and Dantes 2019).

$$Q_{masuk} = Q_{keluar} \quad A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 \quad (1)$$

Dimana:

Q_1, Q_2 = Debit aliran (m³/det)

A_1, A_2 = Luas penampang (m²)

Analisa Laju Aliran Fluida Pada Sistem Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Di Kawasan Kampus ITB Ganesha dengan Metode Hardy-Cross

V_1, V_2 = Kecepatan aliran (m/det)

(Bambang triatmodjo 1965)

Kehilangan tekanan maksimum 10 m/km panjang pipa. Kehilangan tekanan (h_f) dalam pipa terjadi akibat adanya friction antara fluida dengan permukaan pipa. Kehilangan tekanan sepanjang pipa lurus disebut sebagai kehilangan tekanan mayor. Perhitungan kehilangan tekanan mayor dapat menggunakan rumus Hazen William (Nurcholis 2008):

$$h_f = \frac{10.704L}{C^n d^{4.871}} Q^n \quad (2)$$

dengan:

h_f = kehilangan tekanan, dalam m

L = panjang pipa, dalam m

Q = debit, dalam m³/detik

C = koefisien Hazen William untuk pipa

d = diameter pipa, dalam m

dan dapat diekspresikan dalam bentuk umum sebagai berikut:

$$h_f = KQ^n \quad (3)$$

dengan:

h_f = kehilangan tekanan, dalam m

K = konstanta koreksi pipa

$n = 1.85$ untuk persamaan Hazen-Williams

Dianggap bahwa karakteristik pipa dan aliran yang masuk dan meninggalkan jaringan pipa diketahui dan akan dihitung debit pada setiap elemen dari jaringan tersebut. Jika tekanan pada seluruh jaringan juga dihitung maka tinggi tekanan pada satu titik harus diketahui (Triatmodjo 2008).

Prosedur perhitungan dengan metode Hardy Cross adalah sebagai berikut:

1. Pilih pembagian debit melalui tiap-tiap pipa Q_o hingga terpenuhi syarat kontinuitas.
2. Hitung kehilangan tekanan pada tiap pipa dengan rumus: $h_f = K \cdot Q^n$
3. Jaringan pipa dibagi menjadi sejumlah jaring tertutup sedemikian sehingga tiap pipa termasuk dalam paling sedikit satu jaring.
4. Hitung jumlah kerugian tinggi tenaga sekeliling tiap-tiap jaring, yaitu $\sum h_f$. Jika pengaliran seimbang maka $\sum h_f = 0$.
5. Hitung nilai $\sum |nkQ|$ untuk tiap jaring.
6. Pada tiap jaring diadakan koreksi debit ΔL , supaya kehilangan tinggi tenaga dalam jaring seimbang. Adapun koreksinya adalah sebagai berikut

$$\Delta L = \frac{kQ_o^n}{|nkQ_o|} \quad (4)$$

7. Dengan debit yang telah dikoreksi sebesar $Q = Q_o + \Delta L$, prosedur dari 1 sampai 6 diulangi hingga akhirnya $\Delta L \approx 0$, dengan Q adalah debit

sebenarnya, Q_o adalah debit yang dimisalkan dan ΔL adalah debit koreksi.

Pada jaringan pipa harus dipenuhi dari persamaan kontinuitas dan tenaga yaitu (Staponkus 2011):

- a. Aliran masuk ke dalam tiap-tiap titik simpul harus sama dengan aliran yang keluar.

$$\sum Q_i = 0$$

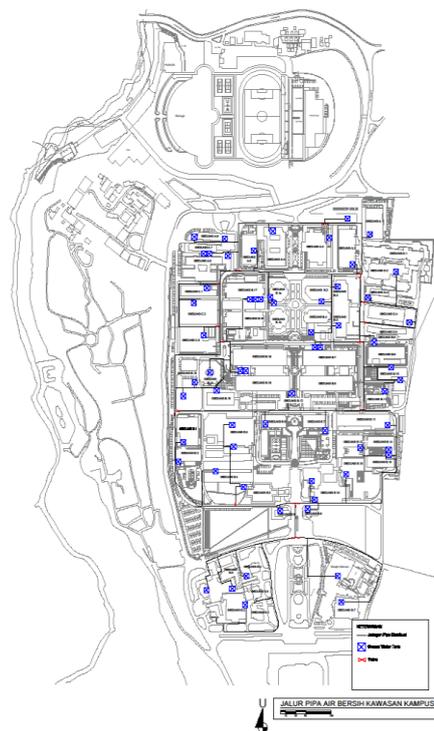
- b. Jumlah aljabar dari kehilangan tenaga dalam satu jaringan tertutup harus sama dengan

$$\sum h_f = 0$$

Pemilihan sistem pipa distribusi ditinjau dari kondisi topografi, lokasi reservoir, luas pelayanan, jumlah pelayanan dan jaringan jalan dimana pipa akan dipasang. Judul bab ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan, misalnya dapat berupa "Tinjauan Pustaka", atau "Landasan Teori", atau dapat juga berupa "Penelitian Terkait". Bab ini memuat landasan teori atau ulasan singkat teori yang dibutuhkan untuk menunjang pelaksanaan penelitian, baik berupa kajian literatur maupun kajian atas penelitian yang sebelumnya. Sitasi / rujukan yang digunakan adalah format APA Fifth Edition seperti contoh (Fruhling & Lee, 2005).

3. Hasil dan Pembahasan

Pemetaan Pipa Distribusi



Gambar 2. Peta Jaringan Pipa ITB Hasil Survey

Debit Aliran keluar

Besarnya kapasitas beban puncak ditentukan dengan rumus:

$$Q_{\text{peak}} = F_{\text{peak}} \times Q_{\text{rata-rata}} \quad (5)$$

Analisa Laju Aliran Fluida Pada Sistem Jaringan Pipa Distribusi
Air Bersih Di Kawasan Kampus ITB Ganesha
dengan Metode Hardy-Cross

Dimana F jam puncaknya sebesar 3

Hasil perhitungan jam puncak pemakaian air setiap gedung didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Contoh Penyisipan Tabel (Lewis)

No	Kode Gedung	Q m3/hari	Q peak m3/detik
1	Gedung A.1	33	0,001145833
2	Gedung A.2	32	0,001111111
3	Gedung A.3	25	0,000868056
4	Gedung A.4	39	0,001354167
5	Gedung A.5	29	0,001006944
6	Gedung A.6	18	0,000625
7	Gedung A.7	24	0,000833333
8	Gedung A.8	28	0,000972222
9	Gedung B.1	27	0,0009375
10	Gedung B.2	11	0,000381944
11	Gedung B.3	5	0,000173611
12	Gedung B.4	9	0,0003125
13	Gedung B.5	9	0,0003125
14	Gedung B.6	4	0,000138889
15	Gedung B.7	32	0,001111111
16	Gedung B.8	32	0,001111111
17	Gedung B.9	33	0,001145833
18	Gedung B.10	32	0,001111111
19	Gedung B.11	18	0,000625
20	Gedung B.12	5	0,000173611
21	Gedung B.13	5	0,000173611
22	Gedung B.14	5	0,000173611
23	Gedung B.15	28	0,000972222
24	Gedung B.16	25	0,000868056
25	Gedung B.17	27	0,0009375
26	Gedung B.18	28	0,000972222
27	Gedung B.19	25	0,000868056
28	Gedung C.1	18	0,000625
29	Gedung C.2	22	0,000763889
30	Gedung C.3	18	0,000625
31	Gedung D.1	22	0,000763889
32	Gedung D.2	9	0,0003125
33	Gedung D.3	28	0,000972222
34	Gedung D.4	28	0,000972222
35	Gedung D.5	25	0,000868056

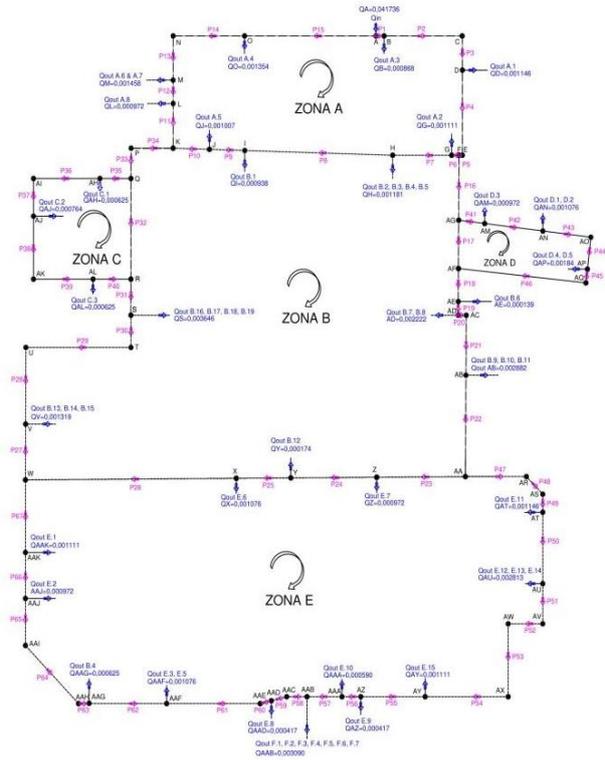
No	Kode Gedung	Q m3/hari	Q peak m3/detik
36	Gedung E.1	32	0,001111111
37	Gedung E.2	28	0,000972222
38	Gedung E.3	17	0,000590278
39	Gedung E.4	18	0,000625
40	Gedung E.5	14	0,000486111
41	Gedung E.6	31	0,001076389
42	Gedung E.7	28	0,000972222
43	Gedung E.8	12	0,000416667
44	Gedung E.9	12	0,000416667
45	Gedung E.10	17	0,000590278
46	Gedung E.11	33	0,001145833
47	Gedung E.12	27	0,0009375
48	Gedung E.13	26	0,000902778
49	Gedung E.14	28	0,000972222
50	Gedung E.15	32	0,001111111
51	Gedung F.1	4	0,000138889
52	Gedung F.2	28	0,000972222
53	Gedung F.3	14	0,000486111
54	Gedung F.4	12	0,000416667
55	Gedung F.5	5	0,000173611
56	Gedung F.6	4	0,000138889
57	Gedung F.7	22	0,000763889

Data Jaringan Pipa

Bahan Pipa	: PVC
Panjang dan diameter pipa	: Tabel 3
Fluida yang bekerja	: Air
Jumlah Loop	: 5
Jumlah Sumber Air Masuk	: 1
Jumlah Pengeluaran	: 35

Analisa jaringan pipa menggunakan metode Hardy-Cross yaitu dengan metode iterasi. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat sketsa jaringan distribusi air, disini peneliti menggunakan aplikasi AutoCad dapat dilihat seperti dalam gambar 3, pada iterasi pertama dilakukan asumsi untuk arah aliran searah dengan jarum jam seperti dalam gambar 3, untuk debit aliran air yang mengalir pada setiap pipa yang didapat dari asumsi dari hasil persamaan kontinuitas seperti dalam tabel 3.

Analisa Laju Aliran Fluida Pada Sistem Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Di Kawasan Kampus ITB Ganesha dengan Metode Hardy-Cross



Gambar 3. Asumsi Debit dan Arah Aliran Air

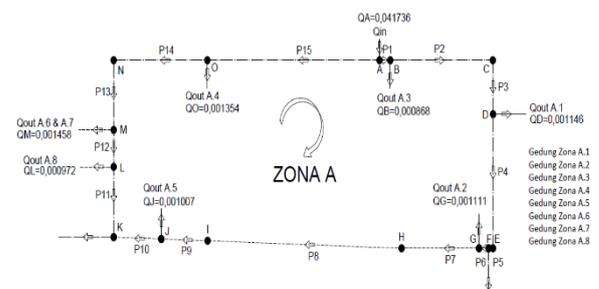
Tabel 3. Panjang dan Diameter Pipa

No pipa	Panjang pipa L (m)	Diameter pipa D (m)	Asumsi debit m ³ /detik
1	6,9	0,2	0,023681
2	66,5	0,2	0,022813
3	27	0,2	0,022813
4	67,3	0,2	0,021667
5	2,8	0,2	0,021667
6	6,2	0,1	0,004236
7	50,2	0,1	0,003125
8	126	0,1	0,001944
9	30	0,1	0,001007
10	30,9	0,1	0,000000
11	35,3	0,2	0,014271
12	18,5	0,2	0,015243
13	35	0,2	0,016701
14	60,8	0,2	0,016701
15	111,7	0,2	0,018056
16	51,4	0,15	0,017431
17	38,2	0,15	0,013542
18	26,1	0,15	0,013542
19	10,7	0,15	0,013403
20	6,8	0,15	0,011181
21	47,4	0,15	0,011181
22	80,2	0,15	0,008299
23	75,6	0,1	0,002222
24	73,1	0,1	0,001250
25	46,4	0,1	0,001076
26	179,6	0,1	0,000000
27	44,2	0,1	0,007292
28	60,6	0,1	0,008611

No pipa	Panjang pipa L (m)	Diameter pipa D (m)	Asumsi debit m ³ /detik
29	89,4	0,1	0,008611
30	25,5	0,1	0,008611
31	28,5	0,15	0,012257
32	79,6	0,15	0,012257
33	24	0,2	0,014271
34	30,9	0,2	0,014271
35	26,4	0,05	0,002014
36	56,6	0,05	0,001389
37	29,8	0,05	0,001389
38	49,8	0,05	0,000625
39	50,7	0,05	0,000625
40	32,2	0,05	0,000000
41	22,3	0,075	0,003889
42	49,8	0,075	0,002917
43	41,2	0,075	0,001840
44	25,3	0,075	0,001840
45	10,9	0,075	0,000000
46	109,1	0,075	0,000000
47	51,8	0,1	0,006076
48	19,7	0,1	0,006076
49	14,2	0,1	0,006076
50	56,5	0,1	0,004931
51	31,7	0,1	0,002118
52	29,4	0,1	0,002118
53	57,7	0,1	0,002118
54	70,7	0,1	0,002118
55	54,8	0,1	0,001007
56	16	0,1	0,000590
57	29,8	0,1	0,000000
58	17,2	0,1	0,003090
59	13,4	0,1	0,003090
60	9,7	0,1	0,003507
61	79,6	0,1	0,003507
62	66	0,1	0,004583
63	8,9	0,1	0,005208
64	64,5	0,1	0,005208
65	37,2	0,1	0,005208
66	36,4	0,1	0,006181
67	57,4	0,1	0,007292

Proses Iterasi

Iterasi 1 pada loop A

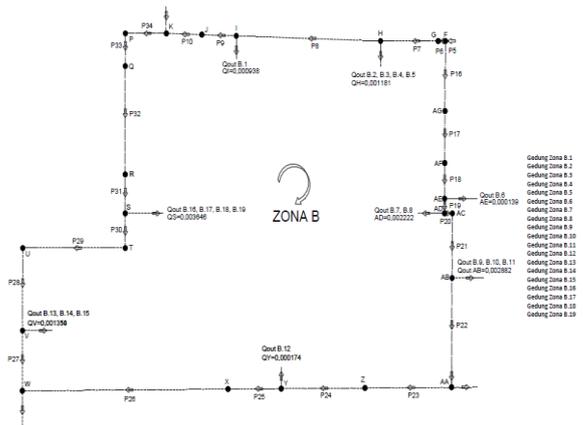


Gambar 4. Loop A

Analisa Laju Aliran Fluida Pada Sistem Jaringan Pipa Distribusi
Air Bersih Di Kawasan Kampus ITB Ganesha
dengan Metode Hardy-Cross

Tabel 4. Iterasi pada Loop A

No Pip a	K	Qo (m ³ /s)	hf	Nhf/Q	ΔL
1	26,7050	0,02 37	0,026 3	2,0512	- 1,04 E-03
2	257,3744	0,02 28	0,236 1	19,150 7	- 1,04 E-03
3	104,4979	0,02 28	0,095 9	7,7755	- 1,04 E-03
4	260,4706	0,02 17	0,217 3	18,550 4	- 1,04 E-03
5	10,8368	0,02 17	0,009 0	0,7718	- 1,04 E-03
6	702,1865	0,00 42	0,028 6	12,489 5	- 1,04 E-03
7	5685,445 7	0,00 31	0,131 9	78,083 4	- 1,04 E-03
8	14270,24 21	0,00 19	0,137 6	130,94 21	- 1,04 E-03
9	3397,676 7	0,00 10	0,009 7	17,820 0	- 1,04 E-03
10	3499,607 0	0,00 00	0,000 0	0,0000	- 1,04 E-03
11	136,6213	0,01 43	0,052 6	6,8229	- 1,04 E-03
12	71,6004	0,01 52	0,031 2	3,7818	- 1,04 E-03
13	135,4602	0,01 67	0,069 8	7,7326	- 1,04 E-03
14	235,3137	0,01 67	0,121 3	13,432 6	- 1,04 E-03
15	432,3116	0,01 81	0,257 4	26,368 6	- 1,04 E-03
	Tota I		0,360 18	345,77 31	



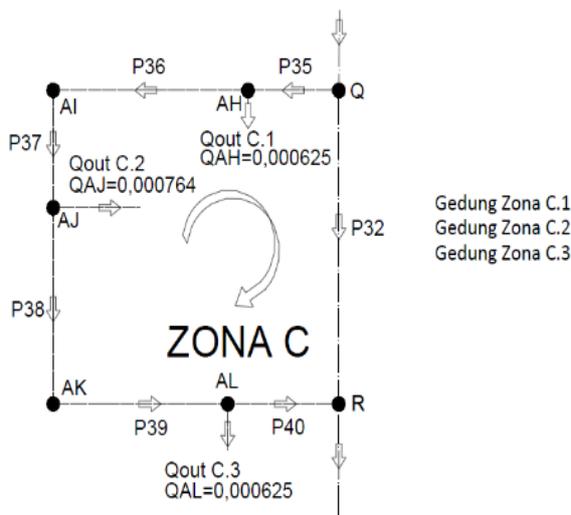
Gambar 5. Loop B

Tabel 5. Iterasi pada Loop B

No Pip a	K	Qo (m ³ /s)	hf	Nhf/Q	ΔL
6	702,186 5	- 0,00 42	- 0,028 6	12,4895	2,08 E-03
7	5685,44 57	- 0,00 31	- 0,131 9	78,0834	2,08 E-03
8	14270,2 421	- 0,00 19	- 0,137 6	130,942 1	2,08 E-03
9	3397,67 67	- 0,00 10	- 0,009 7	17,8200	2,08 E-03
10	3499,60 70	0,00 00	0,000 0	0,0000	2,08 E-03
16	807,761 9	0,01 74	0,450 5	47,8156	2,08 E-03
17	600,321 1	0,01 35	0,209 9	28,6732	2,08 E-03
18	410,167 1	0,01 35	0,143 4	19,5909	2,08 E-03
19	168,152 8	0,01 34	0,057 7	7,9614	2,08 E-03
20	106,863 4	0,01 12	0,026 2	4,3371	2,08 E-03
21	744,901 1	0,01 12	0,182 7	30,2318	2,08 E-03
22	1260,36 01	0,00 83	0,178 1	39,7028	2,08 E-03
23	8562,14 52	0,00 22	0,105 7	88,0083	2,08 E-03
24	8279,00 55	0,00 13	0,035 3	52,1823	2,08 E-03
25	5255,07 33	0,00 11	0,017 0	29,1692	2,08 E-03

Analisa Laju Aliran Fluida Pada Sistem Jaringan Pipa Distribusi
Air Bersih Di Kawasan Kampus ITB Ganesha
dengan Metode Hardy-Cross

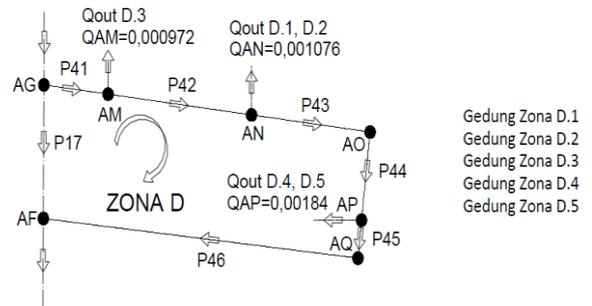
No Pipa	K	Qo (m ³ /s)	hf	Nhf/Q	ΔL
26	20340,7577	0,0000	0,0000	0,0000	2,08E-03
27	5005,9103	0,0073	0,5568	141,2725	2,08E-03
28	6863,3069	0,0086	1,0385	223,1030	2,08E-03
29	10125,0765	0,0086	1,5320	329,1322	2,08E-03
30	2888,0252	0,0086	0,4370	93,8800	2,08E-03
31	447,8836	0,0123	0,1302	19,6545	2,08E-03
32	1250,9310	0,0123	0,3637	54,8946	2,08E-03
33	92,8870	0,0143	0,0358	4,6388	2,08E-03
34	119,5920	0,0143	0,0461	5,9725	2,08E-03
Tota l			3,04142	1459,5558	



Gambar 6. Loop C

Tabel 6. Iterasi pada Loop C

No Pipa	K	Qo (m ³ /s)	hf	Nhf/Q	ΔL
32	1,251E+03	1,226E-02	3,637E-01	5,489E+01	6,00E-04
35	8,749E+04	2,014E-03	9,004E-01	8,271E+02	6,00E-04
36	1,876E+05	1,389E-03	9,708E-01	1,293E+03	6,00E-04
37	9,876E+04	1,389E-03	5,111E-01	6,808E+02	6,00E-04
38	1,650E+05	6,250E-04	1,950E-01	5,771E+02	6,00E-04
39	1,680E+05	6,250E-04	1,985E-01	5,876E+02	6,00E-04
40	1,067E+05	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	6,00E-04
Total			2,41213	4020,6681	



Gambar 7. Loop D

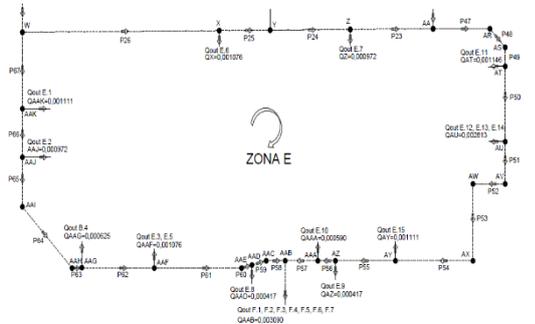
Tabel 7. Iterasi pada Loop D

No Pipa	K	Qo (m ³ /s)	hf	Nhf/Q	ΔL
17	600,3211	0,0135	0,2099	28,6732	-1,15E-03
41	10255,1554	0,0039	0,3565	169,6156	-1,15E-03
42	22901,6474	0,0029	0,4676	296,6144	-1,15E-03
43	18946,7444	0,0018	0,1650	165,9041	-1,15E-03
44	11634,7727	0,0018	0,1013	101,8780	-1,15E-03
45	5012,6096	0,0000	0,0000	0,0000	-1,15E-03

**Analisa Laju Aliran Fluida Pada Sistem Jaringan Pipa Distribusi
Air Bersih Di Kawasan Kampus ITB Ganesha
dengan Metode Hardy-Cross**

No Pipa	K	Qo (m ³ /s)	hf	Nhf/Q	ΔL
46	50172,0830	0,0000	0,0000	0,0000	-1,15E-03
17		Total	0,8807	762,6853	

No Pipa	K	Qo (m ³ /s)	hf	Nhf/Q	ΔL
60	1098,5821	-	0,0035	0,0315	7,81E-04
61	9015,1688	-	0,0035	0,2589	7,81E-04
62	7474,8887	-	0,0046	0,3522	7,81E-04
63	1007,9774	-	0,0052	0,0602	7,81E-04
64	7305,0049	-	0,0052	0,4360	7,81E-04
65	4213,1191	-	0,0052	0,2515	7,81E-04
66	4122,5144	-	0,0062	0,3377	7,81E-04
67	6500,8881	-	0,0073	0,7231	7,81E-04
Total				1,3101	1676,4489



Gambar 8. Loop E

Tabel 8. Iterasi pada Loop E

No Pipa	K	Qo (m ³ /s)	hf	Nhf/Q	ΔL
23	8562,1452	-	0,1057	88,0083	7,81E-04
24	8279,0055	-	0,0353	52,1823	7,81E-04
25	5255,0733	-	0,0170	29,1692	7,81E-04
26	20340,7577	0,0000	0,0000	0,0000	7,81E-04
47	5866,6551	0,0061	0,4657	141,7950	7,81E-04
48	2231,1410	0,0061	0,1771	53,9259	7,81E-04
49	1608,2336	0,0061	0,1277	38,8705	7,81E-04
50	6398,9578	0,0049	0,3451	129,4919	7,81E-04
51	3590,2117	0,0021	0,0406	35,4273	7,81E-04
52	3329,7232	0,0021	0,0376	32,8569	7,81E-04
53	6534,8648	0,0021	0,0738	64,4845	7,81E-04
54	8007,1914	0,0021	0,0905	79,0130	7,81E-04
55	6206,4227	0,0010	0,0177	32,5513	7,81E-04
56	1812,0942	0,0006	0,0019	6,0360	7,81E-04
57	3375,0255	0,0000	0,0000	0,0000	7,81E-04
58	1948,0013	0,0031	0,0443	26,5008	7,81E-04
59	1517,6289	0,0031	0,0345	20,6460	7,81E-04

Dalam proses iterasi hasilnya dapat merubah arah aliran dan debit aliran air, maka perhitungan selanjutnya berdasarkan debit aliran air yang baru yang telah terkoreksi oleh koreksi sesatan loop Δ L, iterasi dihentikan apabila $\Delta L \approx 10^{-6}$. Hasil akhir pada perhitungan iterasi yang dilakukan sebanyak 7 iterasi seperti dalam tabel 4.10. Dari hasil iterasi pertama, koreksi sesatan loop Δ L untuk setiap loop jaringan pipa

$$\Delta L A = -0,001041678$$

$$\Delta L B = 0,002083795$$

$$\Delta L C = 0,000599933$$

$$\Delta L D = -0,001154705$$

$$\Delta L E = 0,000781456$$

Tabel 9. Nilai Qo Hasil Proses Iterasi Pertama

No Pipa	Ausmsi	Iterasi Ke-1	No Pipa	Ausmsi	Iterasi Ke-1
1	0,02368	0,02160	35	0,00201	0,00081
2	0,02281	0,02073	36	0,00139	0,00019
3	0,02281	0,02073	37	0,00139	0,00019
4	0,02167	0,01958	38	0,00063	0,00057
5	0,02167	0,01958	39	0,00063	0,00057
6	0,00424	0,00201	40	0,00000	0,00120
7	0,00313	0,00313	41	0,00389	0,00158
8	0,00194	0,00431	42	0,00292	0,00061

Analisa Laju Aliran Fluida Pada Sistem Jaringan Pipa Distribusi
Air Bersih Di Kawasan Kampus ITB Ganesha
dengan Metode Hardy-Cross

No Pipa	Ausmsi	Iterasi Ke-1	No Pipa	Ausmsi	Iterasi Ke-1
9	0,00101	0,00524	43	0,00184	0,00047
10	0,00000	0,00625	44	0,00184	0,00047
11	0,01427	0,01635	45	0,00000	0,00231
12	0,01524	0,01733	46	0,00000	0,00231
13	0,01670	0,01878	47	0,00608	0,00764
14	0,01670	0,01878	48	0,00608	0,00764
15	0,01806	0,02014	49	0,00608	0,00764
16	0,01743	0,02160	50	0,00493	0,00649
17	0,01354	0,02002	51	0,00212	0,00368
18	0,01354	0,01771	52	0,00212	0,00368
19	0,01340	0,01757	53	0,00212	0,00368
20	0,01118	0,01535	54	0,00212	0,00368
21	0,01118	0,01535	55	0,00101	0,00257
22	0,00830	0,01247	56	0,00059	0,00215
23	0,00222	0,00483	57	0,00000	0,00156
24	0,00125	0,00385	58	0,00309	0,00153
25	0,00108	0,00368	59	0,00309	0,00153
26	0,00000	0,00260	60	0,00351	0,00194
27	0,00729	0,00312	61	0,00351	0,00194
28	0,00861	0,00444	62	0,00458	0,00302
29	0,00861	0,00444	63	0,00521	0,00365
30	0,00861	0,00444	64	0,00521	0,00365
31	0,01226	0,00809	65	0,00521	0,00365
32	0,01226	0,00929	66	0,00618	0,00462
33	0,01427	0,01010	67	0,00729	0,00573
34	0,01427	0,01010			

Hasil debit aliran baru untuk setiap pipa pada table 9 didapat dari persamaan:

Qo1 baru = Qo1 lama+Δ LA
Qo2 baru = Qo2 lama+Δ LA

Qo3 baru = Qo3 lama+Δ LA
Qo4 baru = Qo4 lama+Δ LA
Qo5 baru = Qo5 lama+Δ LA
Qo6 baru = Qo6 lama+Δ LA - Δ LB
Qo7 baru = Qo7 lama+Δ LA - Δ LB
Qo8 baru = Qo8 lama+Δ LA - Δ LB
Qo9 baru = Qo9 lama+Δ LA - Δ LB
Qo10 baru = Qo10 lama+Δ LA - Δ LB
Qo11 baru = Qo11 lama+Δ LA
Qo12 baru = Qo12 lama+Δ LA
Qo13 baru = Qo13 lama+Δ LA
Qo14 baru = Qo14 lama+Δ LA
Qo15 baru = Qo15 lama+Δ LA
Qo16 baru = Qo16 lama+Δ LB
Qo17 baru = Qo17 lama+Δ LB - Δ LD
Qo18 baru = Qo18 lama+Δ LB
Qo19 baru = Qo19 lama+Δ LB
Qo20 baru = Qo20 lama+Δ LB
Qo21 baru = Qo21 lama+Δ LB
Qo22 baru = Qo22 lama+Δ LB
Qo23 baru = Qo23 lama+Δ LB - Δ LC
Qo24 baru = Qo24 lama+Δ LB - Δ LC
Qo25 baru = Qo25 lama+Δ LB - Δ LC
Qo26 baru = Qo26 lama+Δ LB - Δ LC
Qo27 baru = Qo27 lama+Δ LB
Qo28 baru = Qo28 lama+Δ LC
Qo29 baru = Qo29 lama+Δ LC
Qo30 baru = Qo30 lama+Δ LC
Qo31 baru = Qo31 lama+Δ LC
Qo32 baru = Qo32 lama+Δ LC
Qo33 baru = Qo33 lama+Δ LC
Qo34 baru = Qo34 lama+Δ LD
Qo35 baru = Qo35 lama+Δ LD
Qo36 baru = Qo36 lama+Δ LD
Qo37 baru = Qo37 lama+Δ LD
Qo38 baru = Qo38 lama+Δ LD
Qo39 baru = Qo39 lama+Δ LD
Qo40 baru = Qo40 lama+Δ LE
Qo41 baru = Qo41 lama+Δ LE
Qo42 baru = Qo42 lama+Δ LE
Qo43 baru = Qo43 lama+Δ LF
Qo44 baru = Qo44 lama+Δ LF
Qo45 baru = Qo45 lama+Δ LF
Qo46 baru = Qo46 lama+Δ LF
Qo47 baru = Qo47 lama+Δ LE
Qo48 baru = Qo48 lama+Δ LE
Qo49 baru = Qo49 lama+Δ LE
Qo50 baru = Qo50 lama+Δ LE
Qo51 baru = Qo51 lama+Δ LF
Qo52 baru = Qo52 lama+Δ LF
Qo53 baru = Qo53 lama+Δ LF
Qo54 baru = Qo54 lama+Δ LF
Qo55 baru = Qo55 lama+Δ LF

Analisa Laju Aliran Fluida Pada Sistem Jaringan Pipa Distribusi
Air Bersih Di Kawasan Kampus ITB Ganesha
dengan Metode Hardy-Cross

- Qo56 baru = Qo56 lama+ Δ LF
- Qo57 baru = Qo57 lama+ Δ LF
- Qo58 baru = Qo58 lama+ Δ LF
- Qo59 baru = Qo59 lama+ Δ LF
- Qo60 baru = Qo60 lama+ Δ LF
- Qo61 baru = Qo61 lama+ Δ LF
- Qo62 baru = Qo62 lama+ Δ LF
- Qo63 baru = Qo63 lama+ Δ LF
- Qo64 baru = Qo64 lama+ Δ LF
- Qo65 baru = Qo65 lama+ Δ LF
- Qo66 baru = Qo66 lama+ Δ LF
- Qo67 baru = Qo67 lama+ Δ LF

Karena hasil $\sum hf$ pada iterasi pertama tidak sama dengan nol mencapai batas toleransi ($\Delta L \approx 10^{-6}$), maka iterasi dilanjutkan dan didapatkan hasil $\Delta L \approx 10^{-6}$ pada iterasi ke-7 .

4. Kesimpulan

Kesimpulan

Bedasarkan hasil pengolahan dan analisis laju aliran fluida pada jaringan pipa distribusi air bersih dengan metode Hardy-Cross dapat disimpulkan:

1. Nilai debit aliran optimal pada setiap jaringan pipa yaitu sebesar:

Tabel 10. Nilai debit aliran optimal

No Pipa	Debit Optimal (Q) (m3/s)	No Pipa	Debit Optimal (Q) (m3/s)
1	0,02372	35	0,00116
2	0,02285	36	0,00053
3	0,02285	37	0,00053
4	0,02170	38	0,00023
5	0,02170	39	0,00023
6	0,00188	40	0,00086
7	0,00077	41	0,00288
8	0,00041	42	0,00190
9	0,00135	43	0,00083
10	0,00236	44	0,00083
11	0,01423	45	0,00101
12	0,01521	46	0,00101
13	0,01666	47	0,00719
14	0,01666	48	0,00719
15	0,01802	49	0,00719
16	0,01983	50	0,00604
17	0,01695	51	0,00323
18	0,01594	52	0,00323
19	0,01580	53	0,00323
20	0,01358	54	0,00323
21	0,01358	55	0,00212
22	0,01069	56	0,00170
23	0,00351	57	0,00111

No Pipa	Debit Optimal (Q) (m3/s)	No Pipa	Debit Optimal (Q) (m3/s)
24	0,00254	58	0,00198
25	0,00236	59	0,00198
26	0,00129	60	0,00240
27	0,00490	61	0,00240
28	0,00622	62	0,00347
29	0,00622	63	0,00410
30	0,00622	64	0,00410
31	0,00986	65	0,00410
32	0,01072	66	0,00507
33	0,01187	67	0,00618
34	0,01187		

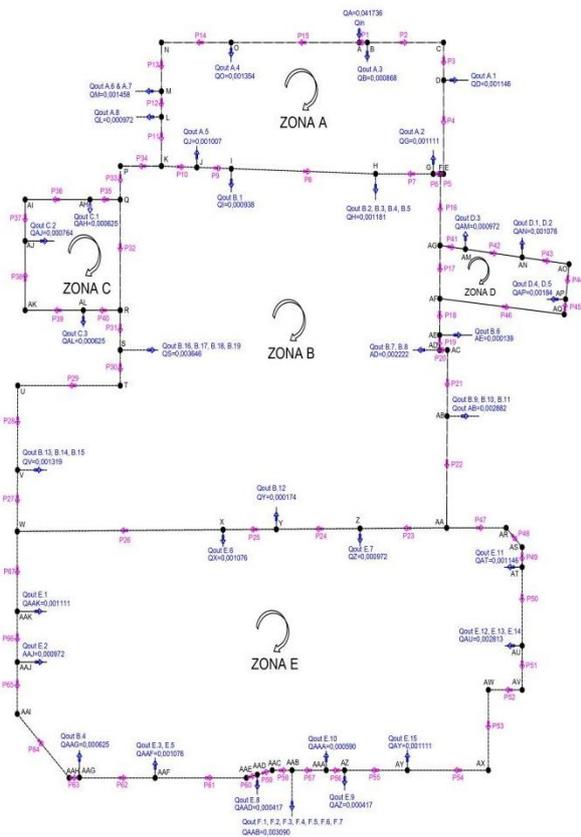
2. Nilai *headloss* mayor pada setiap jaringan pipa yaitu sebesar:

Tabel 11. Nilai *headloss* mayor

No Pipa	Headloss Mayor (m)	No Pipa	Headloss Mayor (m)
1	0,026328	35	0,322722
2	0,236828	36	0,164223
3	0,096156	37	0,086464
4	0,217915	38	0,031259
5	0,009066	39	0,031824
6	0,006363	40	0,226244
7	0,009853	41	0,204011
8	0,007788	42	0,212365
9	0,016666	43	0,037595
10	0,048150	44	0,023086
11	0,052390	45	0,014471
12	0,031026	46	0,144841
13	0,069534	47	0,634933
14	0,120791	48	0,241471
15	0,256418	49	0,174055
16	0,571494	50	0,502174
17	0,317814	51	0,088348
18	0,193742	52	0,081938
19	0,078151	53	0,160811
20	0,037517	54	0,197042
21	0,261516	55	0,069936
22	0,284524	56	0,013607
23	0,245702	57	0,011502
24	0,130270	58	0,019466
25	0,072512	59	0,015166
26	0,090963	60	0,015625
27	0,266906	61	0,128222
28	0,568832	62	0,211064
29	0,839168	63	0,038649
30	0,239360	64	0,280097
31	0,087151	65	0,161544
32	0,283986	66	0,234320
33	0,025487	67	0,533039
34	0,032814		

Analisa Laju Aliran Fluida Pada Sistem Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Di Kawasan Kampus ITB Ganesha dengan Metode Hardy-Cross

3. Arah aliran air optimal pada setiap pipa adalah:



Gambar 9. Arah aliran air optimal

Daftar Pustaka

Bambang triatmodjo. 1965. “pelabuhan.” *The british journal of psychiatry* 111(479).

Kayana, i. Made dwi, i. Nyoman pasek nugraha, and kadek rihendra dantes. 2018. “analisis pengaruh laju aliran fluida air pada saluran pipa air handling unit (ahu) terhadap capaian suhu optimum mesin pendingin mini water chiler.” *Jurnal pendidikan teknik mesin undiksha* 6(3). Doi: 10.23887/jjtm.v6i3.18588.

Kayana, made dwi, i. Nyoman pasek nugraha, and kadek rihendra dantes. 2019. “analisa pengaruh laju aliran fluida air pada saluran pipa ahu (air handling unit) terhadap capaian suhu optimum mesin pendingin mini water chiler.” *Jurnal pendidikan teknik mesin undiksha* 7(3). Doi: 10.23887/jjptm.v7i3.26517.

Nasional, badan standardisasi. 2011. “sni 7509:2011 tata cara perencanaan teknik jaringan distribusi dan unit pelayanan sistem penyediaan air minum.” *Standar nasional indonesia*.

Nurcholis, lutfi. 2008. “perhitungan laju aliran fluida pada jaringan pipa.” *Issn : 1693 - 3451 vol. 7 juni 2008* 7(1).

Shidiq, arif rachman, rony riduan, and chairul abdi. 2020. “perencanaan sistem jaringan pipa distribusi air bersih dan evaluasi reservoir di kecamatan bumi makmur dan kecamatan kurau.” *Jernih: jurnal tugas akhir mahasiswa* 2(2). Doi: 10.20527/jernih.v2i2.587.

Staponkus, vladislovas. 2011. *Hidraulika*.

Swamee, prabhata k., and ashok k. Sharma. 2008. *Design of water supply pipe networks*.

Triatmodjo, bambang. 2008. *Hidrologi terapan*. Vol. 59

PERUMUSAN STRATEGI PEMASARAN PADA UMKM MAKANAN KHAS WAJIT CILILIN HANI HANDAYANI

Djoko Pitoyo*¹, Muhammad Fadhil Hibatullah²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana,
Jl. PHH. Mustofa No. 68, Bandung 40124

Abstrak

UMKM wajit Cililin Ibu Hani Handayani memproduksi wajit bervariasi rasa diantaranya ketan hitam, pandan, nangka, coklat, wajit dodol kacang merah. Dilakukan analisis perencanaan strategi untuk mencari kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman perusahaan agar dapat bersaing dan memenangkan persaingan. Dalam penelitian ini menggunakan metode analisis SWOT, analisis SWOT, matriks IFE dan EFE, matriks IE, matriks TOWS, matriks QSPM. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, UMKM wajit Cililin Ibu Hani Handayani saat ini membutuhkan alternatif strategi pengembangan produk atau jasa. Hal ini dikarenakan bahwa nilai total attractive score (TAS) lebih tinggi diantara alternatif lainnya yaitu 6,68. Pengembangan produk atau jasa dilakukan dengan memperbaiki dan meningkatkan kualitas produk olahan wajit Cililin usaha Ibu Hani Handayani dipasar dengan mengembangkan produk wajit yang lama maupun yang baru serta menggunakan teknologi canggih dalam memproduksi wajit

Kata kunci: Analisis SWOT; Matriks IFE dan EFE; Matriks IE; Matriks TOWS; Matriks QSPM

Abstract

[FORMULATION OF MARKETING STRATEGIES IN MSMES FOOD SPECIALTY WAJIT CILILIN HANI HANDAYANI] UMKM wajit Cililin Mrs. Hani Handayani produces wajit with various flavors including black glutinous rice, pandanus, jackfruit, chocolate, red bean dodol wajit. Strategic planning analysis is carried out to find the strengths, weaknesses, opportunities, and threats of the company in order to compete and win the competition. In this study using swot analyst method, SWOT analysis, IFE and EFE matrices, IE matrix, TOWS matrix, QSPM matrix. From the results of the research that has been carried out, UMKM in Cililin, Mrs. Hani Handayani, currently need alternative strategies for developing products or services. This is because the total attractive score (TAS) is higher than other alternatives, namely 6.68. Product or service development is carried out by improving and improving the quality of processed products of Cililin wajit, Mrs. Hani Handayani's business in the market by developing old and new wajit products and using advanced technology in producing wajit

Keywords: SWOT Analysis; IFE and EFE Matrix; IE Matrix; TOWS Matrix; QSPM Matrix

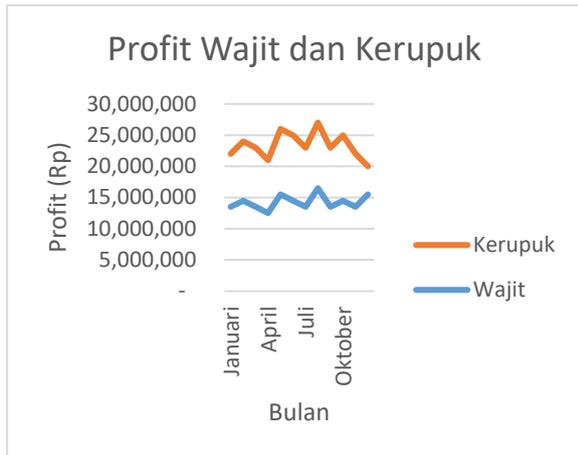
1. Pendahuluan

Kedudukan Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM) dalam perekonomian nasional memegang peranan penting dan strategis. Di Indonesia, telah menjadi bagian penting dari sistem perekonomian Indonesia. (Wahkyuni et al. 2021). Jumlah UMKM mencapai 64,19 juta dengan kontribusi terhadap PDB sebesar 61,97% atau senilai 8.573,89 triliun rupiah.

Kontribusi UMKM terhadap perekonomian Indonesia meliputi kemampuan menyerap 97% dari total tenaga kerja yang ada serta dapat menghimpun sampai 60,4% dari total investasi. Suatu perusahaan dapat disebut sebagai UMKM jika memperoleh keuntungan maksimal Rp.2,5 miliar dari usahanya dan memiliki ekuitas atau kekayaan bersih paling paling banyak Rp.10 miliar (Kara 2013).

*Penulis Korespondensi.

E-mail: djoko.pitoyo@usbypkp.ac.id

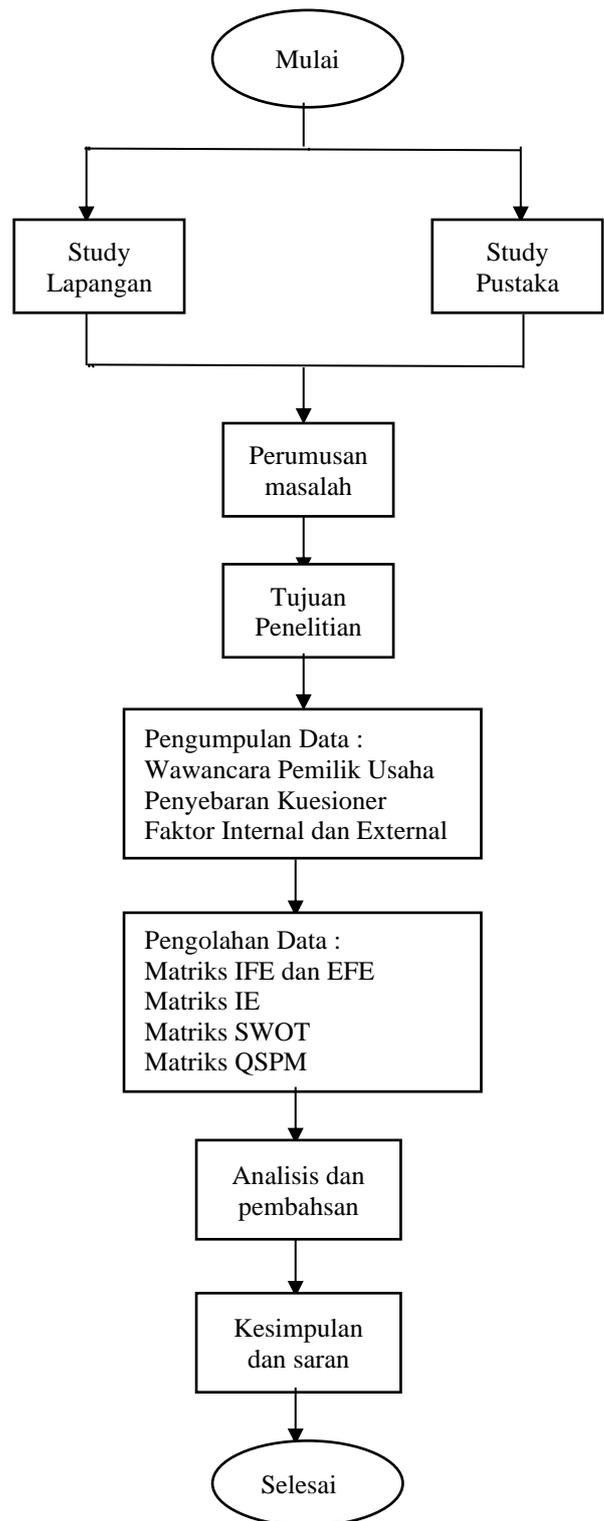


Gambar 1. Profit Wajit dan Kerupuk

Saat ini UMKM wajit di Kecamatan Cililin berjumlah 19 (Wijaya 2019). pengusaha dengan saling berdekatnya antar lokasi dan banyak pesaing yang melakukan inovasi wajit yang lebih modern varian rasa, bentuk, dan harga mengharuskan pengusaha wajit ibu Hani Handayani untuk melihat dan memanfaatkan peluang yang ada serta dapat membuat strategi untuk mengembangkan bisnis UMKM wajitnya agar dapat bersaing dengan pengusaha wajit yang lainnya yang ada di Cililin. Peluang tersebut tentunya harus dimanfaatkan oleh individu ataupun kelompok dalam hal positif untuk mendapatkan keuntungan, salah satunya dalam peluang bisnis (Kotler 2007). Peluang bisnis yang diciptakan tentunya harus kreatif, menarik, dan khas, yang bisa diterima oleh masyarakat luas. Bisnis yang dilakukan bisa berbentuk produk atau jasa, atau kedua-duanya disatukan (David 2011).

Dalam menghadapi persaingan, para pelaku bisnis harus mampu menyusun strategi untuk bersaing. Strategi penting bagi pelaku bisnis karena merupakan bagian dari aktivitas yang dirancang untuk menjalankan aktivitas bisnis. Semakin baik dan tepat strategi bisnis yang diterapkan semakin kuat dalam menghadapi persaingan bisnis dan mampu unggul dalam persaingan (Nyimas Ekinavita Putri, Retno Astuti, and Shyntia Atica Putri 2014).

2. Metode Penelitian

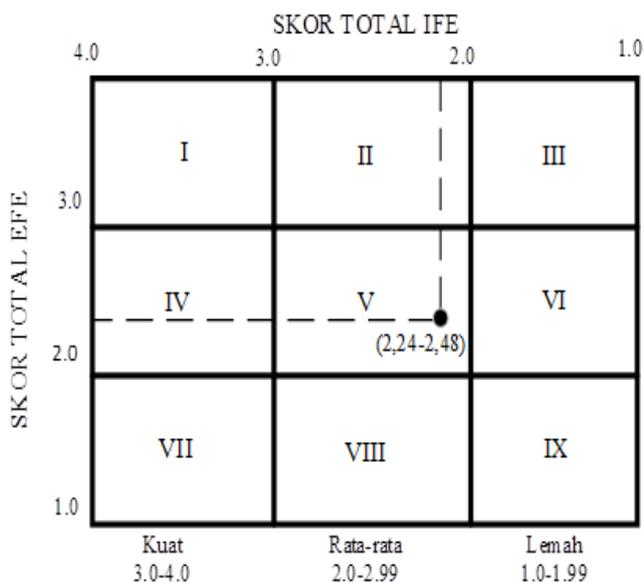


Gambar 2. Kerangka Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan Tahap Masukan

Dari hasil wawancara dan berdasarkan kriteria fungsi bisnis yang dilakukan pada wajit Cililin Ibu Hani Handayani dapat disimpulkan bahwa ada 10 faktor lingkungan *internal* yang ada di perusahaan wajit Cililin Ibu Hani Handayani yang terdiri dari 5 faktor kekuatan yaitu pilihan menu rasa wajit beragam, adanya aset berwujud berupa lahan atau tempat pembuatan, mempunyai pekerja yang sudah berpengalaman, memiliki merek dagang yang cukup dikenal oleh konsumen dan 5 faktor untuk kelemahan yaitu bahan baku daun jagung sulit didapat, manajemen keuangan yang masih bersifat konvensional, Belum menjadi perusahaan CV, penggunaan media promosi lewat online belum ada, tidak mencantumkan masa kadaluarsa. Serta 10 faktor yang mempengaruhi faktor *external* yang didapat menggunakan analisis PESTEL (Bakhtani 2021), pada perusahaan wajit Cililin Ibu Hani Handayani, ada 5 faktor peluang yaitu promosi media social youtube, Instagram, memperluas pangsa pasar, perubahan penggunaan teknologi, loyalitas dari konsumen sangat tinggi, wajit bisa di konsumsi berbagai kalangan dan 5 faktor ancaman yaitu munculnya kompetitor yang baru yang memiliki inovasi yang lebih modern, belum memperluas cabang, keterlambatan pengiriman bahan baku seperti daun jagung, harga bahan baku terkadang naik turun, pengaruh kualitas bahan baku dari pemasok. Pada tahap ini pengolahan data menggunakan dua matriks yaitu matriks IFE dan matriks EFE (Rangkuti 2013). Pada tahap masukan ini matriks EFE lebih besar dari pada matriks IFE yaitu 2.48, bahwa faktor lingkungan eksternal di perusahaan wajit Cililin Ibu Hani Handayani sangat kuat dari pada faktor lingkungan internal perusahaan wajit Cililin Ibu Hani Handayani

Tahap Pencocokan



Gambar 3. Kuadran Matriks IFE dan EFE

1. Matriks IE (*Internal-External*)

Pada gambar dibawah Dari hasil pengolahan matriks IE seperti terlihat bahwa wajit Cililin Ibu Hani Handayani berada pada sel nomor V, artinya perusahaan wajit Cililin Ibu Hani Handayani saat ini sedang berada pada tahap jaga dan pertahankan. Alternatif strategi yang harus dilakukan jika perusahaan berada dalam tahap ini adalah penetrasi pasar dan pengembangan produk. (David 2004)

2. Adapun dari matriks TOWS ini terdapat 10 langkah strategi yang dapat dilakukan perusahaan wajit Cililin Ibu Hani Handayani. Dari 10 langkah strategi tersebut dikelompokkan menjadi 3 strategi yaitu, pengembangan produk/jasa, penetrasi pasar, *joint venture*.

Tahap Keputusan

Untuk memutuskan strategi mana yang dipilih digunakan matriks QSPM (Rangkuti.F 2006). ini dibuat berdasarkan angket yang diisi oleh pemimpin usaha wajit Cililin. Dari hasil matriks QSPM, terlihat bahwa alternatif strategi terlihat bahwa alternatif strategi yang paling tinggi nilai TAS (Total Attractive Score) 6.68 sedangkan untuk alternatif strategi nilai yang paling rendah TAS (Total Attractive Score) yaitu alternatif strategi *joint venture* dengan nilai 4.44, didapat hasil bahwa alternatif strategi untuk perusahaan wajit Cililin Ibu Hani Handayani ini dengan TAS tertinggi adalah pengembangan produk. Melihat dari kondisi perusahaan saat ini dan memprediksi perusahaan di masa yang akan datang. Maka alternatif strategi untuk perusahaan wajit Cililin Ibu Hani Handayani ini yaitu strategi pengembangan produk. Dengan dilakukannya penerapan alternatif strategi pengembangan produk ini maka usaha dari wajit Cililin Ibu Hani Handayani dapat meningkatkan penjualan dengan memperbaiki dan meningkatkan kualitas produk olahan wajit Cililin usaha Ibu Hani Handayani dipasar dengan mengembangkan produk wajit. Pada alternatif strategi ini usaha wajit Cililin Ibu Hani Handayani dapat terus melakukan inovasi dari produk lama maupun dengan produk baru dengan menambah varian rasa yang lebih modern contohnya dengan membuat es krim yang dipadukan dengan wajit, bentuk wajit yang lebih unik maupun dari kemasan yang modern untuk menarik perhatian para konsumen untuk membeli wajit Cililin Ibu Hani Handayani pada produk olahan wajit yang dihasilkannya atau yang akan diproduksi, transfer teknologi canggih paling baru untuk proses produksi, meningkatkan standar mutu hasil produk olahan wajit. Sehingga perusahaan wajit Cililin Ibu Hani Handayani ini bisa bersaing dan mempertahankan eksistensinya di masyarakat.

4. Kesimpulan

1. Usaha wajit Cililin Ibu Hani handayani ini memiliki 10 faktor *internal* yang terdiri dari 5 faktor kekuatan yaitu pilihan menu rasa wajit beragam, adanya aset berwujud berupa lahan atau tempat pembuatan, mempunyai pekerja yang

sudah berpengalaman, memiliki merek dagang yang cukup dikenal oleh konsumen dan 5 faktor untuk kelemahan yaitu bahan baku daun jagung sulit didapat, manajemen keuangan yang masih bersifat konvensional, Belum menjadi perusahaan CV, penggunaan media promosi lewat online belum ada, tidak mencantumkan masa kadaluarsa. Serta 10 faktor yang mempengaruhi faktor *external* pada perusahaan wajit Cililin Ibu Hani Handayani, ada 5 faktor peluang yaitu promosi media social youtube, Instagram, memperluas pangsa pasar, perubahan penggunaan teknologi, loyalitas dari konsumen sangat tinggi, wajit bisa di konsumsi berbagai kalangan dan 5 faktor ancaman yaitu munculnya kompetitor yang baru yang memiliki inovasi yang lebih modern, belum memperluas cabang, keterlambatan pengiriman bahan baku seperti daun jagung, harga bahan baku terkadang naik turun, pengaruh kualitas bahan baku dari pemasok

2. Dari beberapa alternatif strategi tersebut, hanya ada satu alternatif strategi yang saat ini dibutuhkan oleh UMKM wajit Cililin Ibu Hani Handayani, yaitu alternatif strategi pengembangan produk . Alasannya karena dengan strategi ini UMKM wajit Cililin Ibu Hani Handayani diharapkan lebih Inovasi untuk membuat produk wajit yang lama maupun dengan produk wajit yang baru dengan menambah varian rasa dan bentuk kemasan yang lebih modern untuk menarik perhatian para konsumen untuk membeli wajit Cililin Ibu Hani Handayani dan penggunaan teknologi canggih paling baru untuk melakukan proses produksi.

Daftar Pustaka

- Bakhtani, Divesh Gope. 2021. "Rencana Bisnis Pendirian Usaha Café Pure Coffee Di Kelapa Gading." *Institutional Repository* 1.
- David, Fred R. 2004. *Manajemen Strategis*. 7th ed. Jakarta: Pt Intan Sejati Klaten.
- David, Fred R. 2011. *Starategic Management Concept And Cases*. 13th ed.
- Kara, Muslimin. 2013. "Kontribusi Pembiayaan Perbankan Syariah Terhadap Pengembangan Usaha Mikro Kecil Dan Menengah (UMKM) Di Kota Makasar." *Ilmu Syari'ah san Hukum* 47(1).
- Kotler, P. 2007. *Manajemen Pemasaran Analisis, Pemasaran, Perencanaan, Implementasi Dan Kontrol*.
- Nyimas Ekinavita Putri, Retno Astuti, and Shyntia Atica Putri. 2014. "Perencanaan Strategi Pengembangan Restoran Menggunakan Analisis Swot Dan Metode Qspm (Quantitative Strategic Planning Matriks) (Studi Kasus Restoran Big Burger Malang)." *Journal Industri* 3: 93–106.
- Rangkuti.F. 2006. *Analisis SWOT Teknik Membedah Kasus Bisnis*. 13th ed. ed. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama.
- Rangkuti, Freddy. 2013. *Teknik Membedah Kasus Bisnis Analisis SWOT Cara Perhitungan Bobot, Rating, Dan OCAI*.
- Wahkyuni, Emi, Nasrudin Setiawan, Nurafina Siregar, and Abdi Setiawan. 2021. "Mendorong Perubahan Mindset Dan Motivasi Pelaku Umkm Selama Masa Pandemi Di Wilayah Kota Padangdimpuan." *Pengabdian Pada Masyarakat* 1(1): 123–28.
- Wijaya, Rangga Wisnu. 2019. "Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Industri Wajit (Studi Kasus Pada Sentra Industri Wajit Di Kecamatan Cililin Kabupaten Bandung Barat)."

ANALISIS DAMPAK BEBAN KERJA DAN PENGALAMAN KERJA PADA KINERJA KARYAWAN

Ahmad Munandar¹, Dwi siti sulistiyowati*²

^{1,2} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana,
Jl. PHH. Mustofa No. 68, Bandung 40124

Abstrak

Pada dasarnya industri dituntut menghasilkan kinerja karyawan yang besar untuk meningkatkan kinerja industri. Faktor yang menyebabkan yaitu yang diduga menyebabkan kinerja karyawan yang tidak maksimal atau optimal adalah beban kerja yang tidak sesuai dengan pekerjaan. Masa kerja karyawan juga sangat mendukung peningkatan kinerja, karena semakin lama karyawan bekerja dalam suatu perusahaan maka semakin tinggi juga pengetahuannya dalam melakukan pekerjaan. Tujuan penelitian pada penelitian ini adalah mengetahui ada dan tidaknya pengaruh yang ditimbulkan dari beban kerja dan pengalaman kerja terhadap kinerja karyawan dengan menggunakan metode regresi linear dan asumsi klasik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif dan verifikatif. Hasil dari penelitian menunjukkan nilai koefisien determinasi sebesar 58,6% dan untuk sisanya yaitu sebesar 41,4% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti oleh penulis. Sedangkan untuk koefisien korelasi memiliki nilai 76,6%. Hal tersebut menunjukkan bahwa kedua variabel beban kerja dan pengalaman kerja memiliki hubungan yang kuat terhadap kinerja karyawan. Saran yang dapat disampaikan oleh penulis ke PT..

Kata Kunci: *Beban Kerja; Pengalaman Kerja; Kinerja Karyawan ;Metode Regresi Linear ; Asumsi Klasik.*

Abstract

[ANALYSIS OF THE IMPACT OF WORKLOAD AND WORK EXPERIENCE ON EMPLOYEE PERFORMANCE] *Basically, the industry is required to produce great employee performance to improve industry performance. A factor that is suspected to cause employee performance to be suboptimal is the workload that does not correspond to the work. The employee's work period is also very supportive of improving performance, because the longer the employee works in a company, the higher his knowledge and accuracy in doing work, to find out the presence and absence of influences caused by workload and work experience on employee performance using linear regression methods and classical assumptions. The results showed that the value of the coefficient of determination of 58.6% and for the rest, which was 41.4%, was influenced by other factors that were not studied by the author. As for the correlation coefficient, it has a value of 76.6%. This shows that both workload and work experience variables have a strong relationship with employee performance.*

Keywords: *Workload; Work Experience; Employee Performance; Linear Regression Methods; Classical Assumption*

1. Pendahuluan

Setiap industri yang bergerak pada sektor jasa ataupun manufaktur, tentu mempunyai tujuan yang mesti dicapai, serta menentukan arah dan menyatukan unsur-unsur yang ada dalam industri supaya dapat maju tumbuh dan bersaing dengan industri lain, Untuk menggapai tujuan-tujuan

dibutuhkan serangkaian aktivitas yang dikenal sebagai proses manajemen.

Pada dasarnya industri dituntut menghasilkan kinerja karyawan yang besar untuk meningkatkan kinerja industri. Kinerja yaitu Hasil kerja adalah kualitas dan kuantitas yang dicapai ketika seorang karyawan melakukan tugas sesuai dengan tanggung jawab yang diberikan. (Zamrodah, 2016).

PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk. (Telkom) yaitu BUMN yang bekerja di bidang jasa

*Penulis Korespondensi.
E-mail: dwisstyw987@gmail.com

layanan telekomunikasi dan jaringan di wilayah Indonesia. Hasil penelusuran dengan pihak kompeten diketahui bahwa permasalahan di PT. Telkom Sadang Serang adalah terdapat beberapa faktor yang mengakibatkan kinerja karyawan kurang optimal. Kinerja karyawan selalu berkaitan dengan beban kerja yang dilakukannya sudah seimbang atau tidak seimbang, namun saat ini beban kerja karyawan di PT. Telkom Sadang Serang kurang seimbang atau *overload*. Pada saat jam istirahat ternyata masih ada karyawan yang melakukan pekerjaan atau bekerja di luar jam kerja, hal ini sering terjadi pada bagian *Departement Network Servis* (Sedarmayanti, 2017).

Beban kerja adalah perbedaan antara kemampuan atau kapabilitas seorang pekerja dengan tuntutan pekerjaan yang mereka hadapi (Hancock & Mesahkati, 1988). Pengalaman adalah standar yang biasanya digunakan perusahaan saat merekrut karyawan dimana setidaknya mempengaruhi kedewasaan seorang karyawan (Sofian & Julkarnain, 2019). Menurut (Publik, 2020) Kinerja setiap orang dipengaruhi oleh beberapa faktor yang dapat dikategorikan sebagai kemampuan individu, dukungan organisasi, dan dukungan administratif.

2. Metode Penelitian

Tahapan ini merupakan tahapan yang mendasari eksplorasi yang terdiri dari:

1. Tahap Pendahuluan

Pemeriksaan primer dilakukan untuk memperoleh masukan mengenai hal yang akan direnungkan. Melalui tinjauan ini, dipercaya dapat diperoleh data mengenai isu-isu yang diangkat dalam eksplorasi dan faktor-faktor yang terkait dengan isu-isu tersebut.

2. Studi Lapangan

Penelitian ini merupakan studi awal dari subjek penelitian dan dilakukan untuk mengkaji dan memahami keadaan perusahaan dan memberikan gambaran tentang sistem dan proses produksi serta beberapa permasalahan yang muncul. Survei lapangan dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh secara langsung data-data yang dibutuhkan oleh peneliti. Teknologi yang digunakan dalam survei lapangan adalah sebagai berikut.:

- a. Observasi
- b. Wawancara

3. Perumusan Masalah

Pada langkah ini, organisasi memutuskan isu-isu yang dilihat oleh organisasi dan mengajukan upaya untuk bekerja pada organisasi. Perumusan masalah Hal ini diperlukan untuk mendukung penelitian ini sebagai landasan dan kendala dalam menciptakan solusi dan mengedepankan pendekatan pemecahan masalah. Literatur dan penelitian lapangan dapat dijadikan sebagai bahan referensi untuk melakukan

penelitian. Sumber informasi diambil dari buku, jurnal, dan sumber tertulis lainnya.

Metode pengumpulan informasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data Primer

Menurut (Hidayat, 2015) dalam penelitian ini data primer diperoleh dari wawancara yang dilakukan dengan pimpinan, karyawan di PT. Telkom Sadang Serang.

2. Data Sekunder

Dalam penelitian ini data sekunder didapatkan dari data yang sudah ada di PT. Telkom Sadang Serang.

a. Struktur Organisasi

b. Company Profile

Faktor-faktor yang diteliti yaitu Beban Kerja, Pengalaman Kerja, dan Kinerja Karyawan (Becker et al., 2015).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik kuantitatif dengan pendekatan yang menarik dan konfirmasi (Hermawan, 2018).

Uji Validitas

Pengujian validitas pada penelitian ini menggunakan pengujian validitas isi (*content validity*), menurut (Yulia, 2019). Keputusan pengujian validitas responden menggunakan taraf signifikan sebagai berikut:

1. Jika $r \geq 0,05$ r tabel, maka item instrumen penelitian dinyatakan valid.
2. Jika $r \leq 0,05$ r tabel, maka item instrumen penelitian dinyatakan tidak valid.

Uji Reliabilitas

Menurut (Yulia, 2019) reliabilitas yaitu sejauh mana hasil pengukuran akan menghasilkan suatu data yang sama. Adapun dalam penelitian ini uji reliabilitas dilakukan menggunakan rumus Alpha sebagai berikut:

$$r_{ii} = (n/(n - 1))(1 - (Si^2)/St^2) \quad (1)$$

Keterangan:

- r_{ii} = Nilai Reliabilitas.
- Si^2 = Jumlah varians skor tiap-tiap item.
- St^2 = Varians Total.
- n = Jumlah item.

Uji reliabilitas dalam penelitian ini penulis menggunakan koefisien Alpha Cronbach's (α) dengan menggunakan fasilitas SPSS. Kriteria suatu instrumen penelitian dikatakan reliabel dengan menggunakan teknik Alpha Cronbach sebagai berikut:

1. Jika *cronbach alpha* > 0,60 maka item pertanyaan dinyatakan reliabel atau andal.

2. Jika *cronbach alpha* < 0,60 maka item pertanyaan dinyatakan tidak reliabel andal.

Tabel 1. Operasionalisasi Variabel

Varia bel	Indikator	Ukuran	Skala
Beban Kerja Waktu	Beban Kerja Waktu	1. Waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan pekerjaan	Ordinal
		2. Waktu untuk istirahat	Ordinal
Beban Kerja (X ₁)	Beban kerja mental	1. Tekanan beban mental pada melaksanakan pekerjaan	Ordinal
		2. Tingkat jenuh pada saat melakukan pekerjaan	Ordinal
		3. Menjaga citra perusahaan	Ordinal
Masa bekerja	Masa bekerja	1. Lama menjabat suatu jabatan	Ordinal
		2. Waktu yang dibutuhkan untuk dapat memegang satu pekerjaan dengan benar	Ordinal
Pengalaman Kerja (X ₂)	Tingkat pengetahuan yang dimiliki	1. Kebijakan yang dimiliki perusahaan	Ordinal
		2. <i>Standard Operation Procedure</i> tiap pekerjaan	Ordinal
Tingkat keterampilan	Tingkat keterampilan	1. Pelatihan yang	Ordinal

Varia bel	Indikator	Ukuran	Skala
Kinerja Karyawan (Y)	Kinerja Karyawan (Y)	n yang dimiliki	diberikan kantor
		2. Melakukan <i>upgrade soft skill</i> secara mandiri	Ordinal
Penguasaan terhadap pekerjaan dan peralatan	Penguasaan terhadap pekerjaan dan peralatan	1. Mahir dalam menggunakan <i>software</i> untuk melakukan pekerjaan	Ordinal
		2. Kemudahan dalam menggunakan <i>software</i>	Ordinal
Quantity of Work	Quantity of Work	1. Banyaknya pekerjaan dalam satu hari	Ordinal
		2. Target pekerjaan selesai dalam satu bulan	Ordinal
Quality of Work	Quality of Work	1. Hasil pekerjaan tanpa kesalahan	Ordinal
		2. Hasil pekerjaan tiap karyawan	Ordinal
Job Knowledge	Job Knowledge	1. Pengetahuan tentang pekerjaan yang dikerjakan	Ordinal
		2. Keterampilan yang dimiliki tiap karyawan	Ordinal
Creativeness	Creativeness	1. Inisiatif karyawan dalam melakukan pekerjaan	Ordinal

Varia bel	Indikator	Ukuran	Skala
	dengan caranya sendiri		
	2. Keaktifan karyawan dalam memberikan gagasan		Ordina 1

3. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini berisi tentang gambaran konsekuensi eksplorasi terhadap pemeriksaan informasi yang telah diperoleh pencipta, yang dihubungkan dengan Analisis Pengaruh Beban Kerja dan Pengalaman Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Menggunakan Metode Regresi Linier dan Asumsi Klasik” (kontekstual penyidikan di PT. Telkom Sadang Serang).

Informasi yang didapat tergantung dari konsekuensi penyebaran polling kepada 25 responden kepada pekerja PT Telkom Sadang Serang di Bagian Pelayanan Jaringan. Survey yang disebarluaskan berisi 21 proklamasi yang diisolasi menjadi 5 penjelasan untuk variabel Beban Kerja (X1), 8 artikulasi untuk variabel Pengalaman Kerja (X2) dan 8 pertanyaan untuk variabel Kinerja Pegawai (Y).

Hasil pengujian Beban Kerja menunjukkan bahwa nilai lengkap skor riil yang diperoleh dari semua penjelasan yang membentuk variabel Beban Kerja sebesar 446 diingat untuk klasifikasi yang berbeda. Tanggung jawab yang terdiri dari komponen Waktu Kerja, Beban Kerja Mental.

Dari kedua aspek tersebut terlihat bahwa pertanyaan yang masih di bawah normal pada penjelasan “waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu tugas lebih dari 2 jam” dan “Pekerjaan yang diberikan kepada saya membebani saya secara intelektual”, masih menunjukkan kekurangan pada variabel Beban Kerja di PT Telkom Sadang Serang yang sebenarnya harus diperhatikan.

Hasil pengujian pada Beban Kerja menunjukkan bahwa nilai lengkap dari skor sebenarnya yang didapat dari semua penjelasan yang membentuk variabel Pengalaman Kerja adalah 768, yang dikenang untuk kelas yang sangat disayangkan. Pengalaman Kerja yang terdiri dari komponen Masa Kerja,

Dari keempat aspek tersebut menunjukkan bahwa pertanyaan yang masih di bawah normal pada proklamasi “Saya bekerja dengan pengalaman saya dan tidak bergantung pada bantuan orang lain”, sebenarnya menunjukkan kekurangan pada variabel

Pengalaman Kerja di PT Telkom Sadang Serang yang sebenarnya harus dirawat.

Hasil eksplorasi terhadap eksekusi pekerja menunjukkan bahwa nilai keseluruhan dari skor riil yang diperoleh dari semua penjelasan yang membentuk variabel eksekusi representatif adalah 740, yang diingat untuk klasifikasi yang sangat disayangkan. Pelaksanaan yang terdiri dari unsur Kuantitas Kerja, Kualitas Kerja, Pengetahuan Tentang Pekerjaan, Kreativitas.

Dari keempat aspek tersebut menunjukkan bahwa pertanyaan-pertanyaan yang masih di bawah normal pada proklamasi “Pekerjaan yang diberikan kepada saya banyak setiap hari, jadi saya harus menyelesaikannya secara individu”, masih menunjukkan kekurangan pada Karyawan Variabel Kinerja pada PT Telkom Sadang Serang. yang sebenarnya harus diselesaikan.

Tinjauan ini menggunakan informasi polling dan sebelum merinci instrumen eksplorasi yang akan digunakan untuk memperoleh hasil yang dapat diuji, solid dan menjauhkan dari hal-hal yang dapat mempertanyakan keabsahan hasil pemeriksaan, diperlukan persetujuan dan pengujian keandalan. Dalam memimpin pengujian persetujuan dan keandalan, pencipta menggunakan perangkat pemrograman SPSS 26. Survei informasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei univariat yang dirancang untuk memahami atau menggambarkan kualitas setiap variabel survei (Becker et al., 2015).

Uji ketidaksamaan varians dilakukan untuk melihat apakah terdapat ketidaksamaan varians dari **satu** residual ke pengamatan lainnya (Sinuhaji, 2014).

4. Kesimpulan

Dari hasil eksplorasi terhadap pengujian dampak tanggung jawab dan wawasan kerja terhadap pelaksanaan representatif dengan menggunakan strategi direct relapse dan kecurigaan gaya lama (investigasi kontekstual di PT. Telkom Sadang Serang) dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Hasil uji pecahan (Uji T) didapatkan Beban Kerja sebesar 0,96 dengan nilai kepentingan 0,37, nilai Signifikansi berada di atas tingkat signifikansi yang sudah ditetapkan sebesar 5 persen ($\alpha = 0,05$) dimana 0,37 maka H_0 diterima dan H_1 tolak atau tidak ada pengaruh beban kerja terhadap kinerja karyawan.

Hasil uji pecahan (Uji T) diperoleh Pengalaman Kerja 6,471 dengan nilai kepentingan 0,00, penghargaan kepentingan berada di bawah tingkat kepentingan yang ditetapkan sebesar 5% ($\alpha = 0,05$) dimana 0,00 menyiratkan bahwa nilai lebih rendah dari 0,05 . Dari hasil didapatkan H_0 ditolak dan H_1 diakui atau ada pengaruh pengalaman kerja terhadap kinerja karyawan.

Hasil dari uji F diperoleh bahwa F yang ditentukan adalah 21,853 dengan nilai kepentingan 0,00 dapat dikatakan bahwa Beban Kerja (X1) dan Pengalaman Kerja (X2) secara keseluruhan mempengaruhi Kinerja Karyawan (Y) pada PT Telkom Sadang Serang. Diakui secara terukur (kritis)

Daftar Pustaka

- Becker, F. G., Cleary, M., Team, R. M., Holtermann, H., Analisis Struktur Kovarians Indeks Terkait Kesehatan untuk Lansia di Rumah, Berfokus pada perasaan Subyektif Kesehatan". *Syria Studies*, 7(1), 37–72.
- Hancock, & Mesahkati. (1988). Development of NASA-TLX. *Human Mental Workload. Advances in Psychology*, (52), 139–183.
- Hermawan. (2018). Variabel dependen dan Independen. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Hidayat. (2015). Metode Regresi Linier. *Экономика Региона*, 32.
- Publik, P. (2020). Kinerja Aparatur Sipil Negara Di Dinas Kependudukan Dan Pencatatan Sipil Dalam Meningkatkan Pelayanan Publik. *Jurnal Politico*, 9(4), 1–9.
- Sedarmayanti, H. (2017). *Manajemen sumber daya manusia, reformasi birokrasi dan manajemen pegawai negeri sipil* (D. Sumayyah, ed.). Bandung.
- Sinuhaji, E. (2014). Pengaruh Kepribadian, Kemampuan Kerja dan Motivasi Kerja terhadap Kinerja SDM Outsourcing pada PT. Catur Karya Sentosa Medan. *Jurnal Ilman*, 1(1), 11–22.
- Sofian, E., & Julkarnain. (2019). Pengaruh Pengalaman Kerja dan Semangat Kerja Terhadap Kinerja Karyawan di PT. Duta Griya Sarana Medan. *Jurnal Riset Manajemen & Bisnis (JRMB)*, 4(2), 142–149.
- Yulia, Y. (2019). *Strategi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Strategi Asosiatif*. (2007), 45–61.
- Zamrodah, Y. (2016). *濟無No Title No Title No Title*. 15(2), 1–23.

PERANCANGAN ALAT PERAJANG SINGKONG KAPASITAS 50 KG/JAM

Dangki Saepurohman¹, Nurwathi*²

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana

²Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana
Jl. PHH. Mustofa No. 68, Bandung 40124

Abstrak

Mesin perajang singkong merupakan alat yang berfungsi untuk merajang aneka umbi mulai dari yang berbentuk lonjong menjadi lempengan yang tipis dan siap untuk di jadikan bahan kripik atau sop. Perancangan mesin ini dilakukan dengan tujuan untuk mempercepat proses perajangan, sehingga memperoleh ketebalan yang sama, dan meningkatkan kualitas perajangan. perajangan yang dilakukan menggunakan alat tradisional, akan membutuhkan waktu yang cukup lama, disamping itu proses kerjanya membahayakan. Dengan adanya alat perajang singkong ini, maka pengerjaan perajangan menjadi semakin lebih cepat dan aman. Konsep perancangan alat perajang singkong ini memiliki ukuran 50 x 50 x 80 cm yang memiliki kapasitas 50 kg/jam menggunakan daya sebesar 1/2 HP yang memiliki putaran 1400 Hp, memakai v-belt type A no. 79 inch, menggunakan puli penggerak sebesar 75 mm puli yang digerakan sebesar 400 mm, memiliki 3 pisau pada piringan dan memiliki 2 transmisi manual dan otomatis. Poros akan berputar dengan bantuan motor listrik dimana transmisi terjadi melalui puli dan sabuk V-belt.

Kata kunci: Umbi Singkong, Kapasitas, Mesin Perajang

Abstract

[DESIGN OF CASSAVA CHOPPER CAPACITY 50 KG/HOUR] A cassava chopper machine is a tool that serves to chop various tubers ranging from oval-shaped into thin plates and ready to be made into chips or soup. The design of this machine is carried out to accelerate the chopping process, obtain the same thickness, and improve the chopping quality. Chopping done using traditional tools will take a long time, besides that the work process is dangerous. With this cassava chopper, the chopping process becomes faster and safer. The design concept of this cassava chopper has a size of 50 x 50 x 80 cm which has a capacity of 50 kg/hour using a power of 1/2 HP which has a rotation of 1400 HP, using a v-belt type A no. 79 inch, uses a drive pulley of 75 mm driven pulley of 400 mm, has 3 blades on the disc and has 2 manual and automatic transmissions. The shaft will rotate with the help of an electric motor where transmission occurs via pulleys and V-belts.

Keywords: Cassava Bulbs, Capacity, Chopper Machine

1. Pendahuluan

Dewasa ini bidang agribisnis sudah menjadi primadona bagi masyarakat Indonesia sebagai bidang usaha yang cukup memberikan prospek yang menggembirakan. Bidang ini tidak hanya meliputi hal-hal yang berkaitan dengan pertanian sebelum panen, tetapi justru yang lebih berkembang adalah pengolahan dari hasil pertanian (pasca panen)(Ir. Sularso 1997). Salah satu yang perlu diperhatikan disini adalah bahwa bidang ini ternyata dikuasai

oleh industri rumah kecil dan menengah yang sebenarnya adalah industri rumah tangga(M.Eng. 1983). Selain itu, dikarenakan semakin sulitnya untuk mendapatkan pekerjaan, sehingga menyebabkan calon tenaga kerja tidak lagi mengharapakan untuk bekerja di perusahaan-perusahaan atau industri. Calon tenaga kerja pada umumnya mengalihkan perhatiannya untuk menjadi pengusaha-pengusaha yang baru yang tidak memerlukan modal usaha yang besar(Sugianto 2002). Dalam hal ini pemerintah ikut membantu para pengusaha baik yang besar maupun yang kecil dalam segala hal, untuk meningkatkan produk yang dihasilkan baik dalam segi kualitas maupun kuantitasnya(Tonton 2010).

*Penulis Korespondensi.
E-mail: nurwathi68@yahoo.co.id

Perancangan Alat Perajang Singkong Kapasitas 50 Kg/Jam

Dari latar belakang di atas dapat diketahui beberapa permasalahan yang dapat kita kemukakan diantaranya adalah :

Bagaimana membuat rancangan mesin perajang aneka umbi-umbian dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

Adapun spesifikasi mesin yang dirancang adalah sebagai berikut:

1. Kapasitas perajangan adalah 50 kg/jam.
2. Sistem bekerja mesin secara manual dan otomatis dengan penggerak pedal sepeda dan motor listrik (Iqbal 2021; Taryat and Nurwathi 2021).
3. Harga mesin dibawah Rp. 3.000.000

Dengan memperhatikan beberapa permasalahan yang dihadapi pada proses pembuatan mesin perajang singkong ini, maka laporan Proyek Akhir ini dibatasi pada perancangan alat perajang singkong dengan kapasitas produksi 50 kg/jam. Fokus masalah yang dibahas meliputi:

1. Gaya potong dalam perajangan, kebutuhan daya mesin.
2. Sistem transmisinya.
3. Bahan yang digunakan untuk penelitian pada laporan ini juga menggunakan singkong.

tujuan dari perancangan alat perajang umbi-umbian ini adalah Membuat perancangan mesin perajang aneka umbi-umbian dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

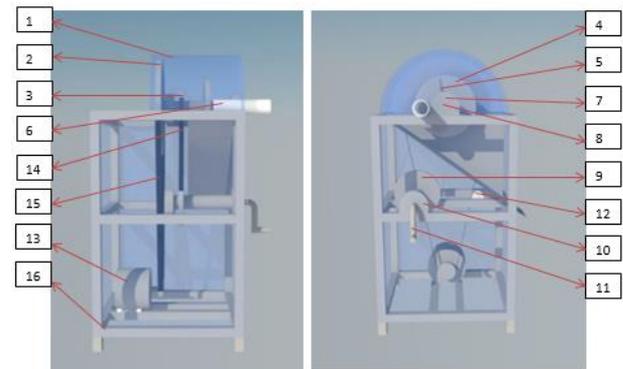
2. Metodologi Penelitian

Berikut ini adalah diagram alir pada penelitian ini, dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir

Berikut adalah Draft Desain



Gambar 2. Draft Desain

Keterangan :

1. Tutup bagian atas
2. Puli besar
3. Gear kecil
4. Piringan
5. Pisau
6. Corong
7. Bearing atas
8. Poros
9. Gear besar
10. Bearing tengah
11. Pedal
12. Tensioner
13. Motor
14. Rantai
15. V-Belt
16. Rangka

Spesifikasi Alat

- a. Nama Mesin : CM-5001-DI
- b. Fungsi : Mengiris
- c. Kapasitas : 50 kg/jam
- d. Penggerak : otomatis dan Manual
- e. Dimensi : 50 x 50 x 80 cm

Deskripsi Cara Kerja Mesin

Cara kerja mesin perajang singkong ini, sumber tenaga yang digunakan untuk perajangan adalah untuk yang otomatis menggunakan motor listrik dengan sistem transmisi menggunakan sabuk dan puli, untuk yang manual menggunakan pedal dengan sistem transmisi menggunakan rantai dan gear. Prinsip kerja mesin perajang singkong ini untuk yang otomatis maupun yang manual pada dasarnya prinsip kerjanya sama hanya yang membedakannya dari penggerak utamanya untuk yang motor listrik akan berfungsi dan menggerak puli kecil yang dihubungkan dengan puli besar menggunakan sabuk tujuannya agar putaran motor sesuai dengan putaran yang diperlukan oleh pisau. Ketika terjadi konsleting pada motor listrik, maka disinilah yang manual digunakan pedal akan

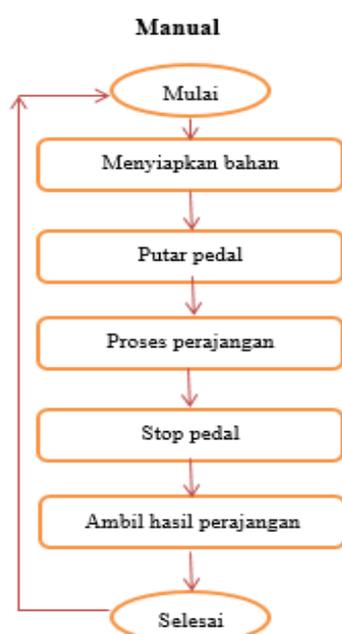
Perancangan Alat Perajang Singkong Kapasitas 50 Kg/Jam

berfungsi dan menggerakkan gear besar yang dihubungkan dengan gear kecil menggunakan rantai tujuannya agar putaran dari pedal akan sesuai dengan putaran yang diperlukan oleh pisau. Puli besar maupun gear kecil yang terhubung dengan piringan pisau melalui poros akan bergerak secara rotasi dan umbi yang akan di rajang dimasukan ke dalam hopper, kemudian mata pisau akan merajang sesuai dengan ketebalan yang sudah diatur.

Alur Kerja Mesin dapat dilihat pada gambar 3 dan gambar 4



Gambar 3. Alur kerja mesin Otomatis



Gambar 4. Alur kerja mesin Manual

Menentukan Kapasitas

Berdasarkan permintaan produksi keripik singkong di daerah Jl. Halimun Bandung yang berkisar 60 kg/hari, dengan pemotongan manual memerlukan 2 tenaga kerja dalam 1 hari. Maka mesin ini dirancang penulis dengan kapasitas 50kg/jam. Dengan diameter singkong yang dirajang adalah 40-52mm, sesuai yang sering diproduksi.

Alur Perancangan

Berikut adalah alur perancangan dapat dilihat pada gambar 5



Gambar 5. Alur Perancangan

3. Analisis Rancangan

3.1 Penentuan Kapasitas

Perhitungan ini digunakan sebagai langkah awal untuk menganalisa komponen-komponen pada mesin perajang singkong.

- 1) Mesin :
 - o Kapasitas mesin perajang (Q): 50 kg/Jam = 0.83 kg/menit
 - o Jari-jari disk (r): 110 mm
- 2) Bahan (singkong) :
 - o Tebal singkong hasil perajangan (Tg): 1 mm
 - o Massa jenis singkong (p): $0,915 \cdot 10^{-3} \text{ g/mm}^3$
 - o Asumsi gaya pisau perajang (F_1): 12.4 kg
 - o Panjang singkong rata-rata (L_s): 200 mm
 - o Diameter singkong rata-rata (d_s): 52 mm

3.2 Perhitungan Daya Motor

- a) Volume Singkong Rata-rata (V_s)

$$V_s = \pi r^2 \cdot L_2 \quad (1)$$

$$= 3,14.26^2 \cdot 200 \\ = 424.528 \text{ mm}^2$$

- b) Banyaknya putaran untuk memotong 1 buah singkong (n_s)

$$n_s = \frac{L_s}{t_p \cdot 3^{pisau}} \quad (2)$$

$$= \frac{200}{1.3} = 66.67$$

- c) Massa Satu Singkong (m_s)

$$m_s = p \cdot V_s \quad (3)$$

$$= 0,915 \cdot 10^{-3} \cdot \\ = 424.528 \\ = 0,00915 \times 424.528 \\ = 3,884 \text{ g/buah}$$

- d) Banyaknya singkong yang dapat dipotong adalah

$$Q = \frac{q}{m_s} \quad (4)$$

$$= \frac{50}{60} = 0.83 \frac{\text{kg}}{\text{menit}}$$

- e) Jumlah Singkong Untuk Kapasitas 0.83 kg/menit (Q_s)

$$Q_s = \frac{q}{m_s} \quad (5)$$

$$= \frac{0,83}{0,3884} \\ = 2.136 = 2.2 \\ = \frac{2.2}{0.56} = 3.9 \text{ buah/menit}$$

- f) Putaran Perajang

Maka untuk merencanakan agar memenuhi kapasitas 0.83 kg/menit kita memerlukan putaran perajang sebesar :

$$np = n_s \cdot Q_s \quad (6) \\ = 66,67 \cdot 3,9 \\ = 260,013 = 262 \text{ rpm}$$

- g) Gaya Potong Singkong

Gaya dicari dengan menggunakan percobaan untuk merajang singkong dibutuhkan berapa beban untuk memotong sampai putus :

- Percobaan pertama singkong putus dengan beban : 11,9 kg Ø 40 mm
- Percobaan pertama singkong putus dengan beban : 12,5 kg Ø 45 mm
- Percobaan pertama singkong putus dengan beban : 12,8 kg Ø 50 mm

Jadi rata-rata dari hasil percobaan tersebut adalah 12,4 kg

$$F_{potong} = W \cdot g \quad (7)$$

$$= 12,4 \cdot 9,81 \\ = 121,644 \text{ N}$$

- h) Perhitungan Daya Mesin

Daya mesin dipengaruhi oleh faktor torsi dan putaran perajang. Daya mesin tersebut dapat dihitung dengan :

Torsi Pada Disk Perajang (T)

$$T = F \cdot r$$

(8)

(Sularso, 1987 :7)

$$= 121,644 \cdot 110 \\ = 13,380.84 \text{ N.mm}$$

- 1) Daya Yang Dibutuhkan Perajang Singkong (P)

$$P = \frac{T \cdot n}{9,74 \cdot 10^5}$$

(9)

(Sularso, 1987 :7)

$$= \frac{13,380.84 \cdot 262}{9,74 \cdot 10^5} = \frac{3,505.780}{9,740.000} \\ = 0,359936353 \\ = 0,36 \text{ kW}$$

$$pd = fc \cdot P$$

(10)

(Sularso, 1987 :7)

$$= 1,0 \cdot 0,36 \\ = 0,36 \text{ kW}$$

$$Fc = \text{faktor kereksi } 1,0$$

Daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan utama motor adalah 0,36 kW berdasarkan perhitungan pada persamaan. Maka motor listrik yang digunakan adalah 0.4 kW (0,5 HP = 375 Watt)

3.3 Perhitungan Transmisi

a. Perhitungan Puli

Perhitungan untuk menentukan diameter puli (Dp) pada poros perajang

Diameter puli motor : 75 mm
Putaran motor penggerak : 1400 put/menit

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Dp_2}{d_{p1}} \quad (11)$$

$$Dp_2 = \frac{n_1}{n_2} \cdot d_{p1} \quad (12)$$

$$= \frac{1400}{262} \cdot 75$$

$$= 400 \text{ mm}$$

b. Perhitungan Sabuk-V

Sabuk yang digunakan untuk mentransmisikan putaran dari puli motor atau puli 1 ke puli 2 pada perancangan mesin ini adalah jenis sabuk-V. Pemilihan sabuk-V tersebut bertujuan untuk memperkecil terjadinya slip pada saat mentransmisikan daya dan putaran. Pada alat ini sabuk-V yang digunakan adalah sabuk-V dengan penampang A

Diketahui data-data rencana sebagai berikut :

Diameter puli motor (d_{p1}) : 75 mm

Jarak antara sumbu poros yang direncanakan (C) : 520 mm

Putaran puli penggerak (n_1): 1400 rpm

Diameter puli (Dp_2) : 400 mm

Putaran puli perajang (n_2): 262 rpm

a) Jarak Sumbu poros sementara

$$C = 1,5 \times Dp$$

$$= 1,5 \times 40 = 600 \text{ mm}$$

b) Panjang sabuk yang dibutuhkan untuk mentransmisikan puli dan puli yang digerakan.

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(dp + Dp) + \frac{(Dp-dp)^2}{4C} \quad (13) \quad (Sularso, 1987:170)$$

$$L = (2 \cdot 600) + \frac{\pi}{2}(75 + 400) + \frac{(400-75)^2}{4 \cdot 600}$$

$$L = 1200 + 745,75 + 44,01$$

$$L = 1989,76 \text{ mm}$$

c) Nomor nominal dan panjang sabuk dalam perdagangan dapat dilihat pada Tabel 2.1 Panjang Sabuk standar (Terlampir), dan didapatkan sabuk-V standar No.79 inch, L = 2007 mm

d) Jarak sumbu sebenarnya (Cs)

$$b = 2L - \pi(D_p + d_p) \quad (14)$$

$$(Sularso, 1987:170) = 2 \cdot 1989,763,14(400 - 75)$$

$$= 3979,52 - 1020,5$$

$$= 2959 \text{ mm}$$

$$Cs = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8} \quad (15)$$

$$Cs = \frac{2959 + \sqrt{2959^2 - 8(400 - 75)^2}}{8}$$

$$Cs = \frac{2959 + \sqrt{8,755.681 - 845.000}}{8}$$

$$Cs = \frac{2959 + \sqrt{7,910.681}}{8}$$

$$Cs = \frac{2959 + 199,3}{8}$$

$$Cs = \frac{3,158,3}{8}$$

$$Cs = 394,78 \approx 395 \text{ mm}$$

e) Kecepatan Linier

$$V = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_1}{60 \cdot 1000} \quad (16) \quad (Sularso, 1987:170)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 75 \cdot 1400}{60 \cdot 1000}$$

$$V = \frac{329.700}{60.000}$$

$$V = 5,495 \text{ m/det}$$

$$V \approx 5,50 \text{ m/det}$$

f) Sudut Kontak Puli

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(D_p - d_p)}{Cs} \quad (17) \quad (Sularso, 1987:170)$$

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(400-75)}{395}$$

$$\theta = 180^\circ - 46,89$$

$$\theta = 133,1^\circ \approx 133^\circ$$

Sehingga faktor koreksi Ko dapat ditentukan berdasarkan tabel 2.2 faktor koreksi Ko adalah 0,87

(Sularso, 1987:174)

g) Perhitungan Gaya pada sabuk (F_1 dan F_2).

Diketahui :

Gaya yang terjadi pada tiap-tiap sabuk (F_1 dan F_2).

Daya yang direncanakan (Pd) = 0,36 kW

Kecepatan linie sabuk = 5.50 m/det

$$P = \frac{F_1 - F_2}{102} \times \quad (18) \text{ (Sularso, 1991 :171)}$$

$$0.36 \text{ (KW)} = \frac{F_1 - F_2}{102} \times 5.50$$

$$F_1 - F_2 = \frac{0.36 \times 102}{5.50}$$

$$= \frac{36.72}{5.50}$$

$$= 6.676 \text{ kg} \approx 6.68 \text{ kg}$$

$$F_1 - F_2 = F_1 \frac{e^{\mu\theta} - 1}{e^{\mu\theta}} \quad (19)$$

$$6.68 \text{ (Kg)} = F_1 \cdot 0,99$$

$$F_1 = \frac{6.68}{0,99}$$

$$= 6.747 \text{ kg} \approx 6.75 \text{ kg}$$

$$F_2 = F_1 - 6.68 \text{ (kg)}$$

$$= 6.75 - 6.68$$

$$= 0,07 \text{ (kg)}$$

h) Daya Yang Ditransmisikan Oleh Sabuk (P_1)

$$P_0 = \frac{F_1 - F_2}{102} \times V \quad (20) \text{ (Sularso, 1991 :171)}$$

$$= \frac{6.75 - 0,07}{102} \times 5.60$$

=

$$\text{tiap sabuk (Sularso, 1991 :171)}$$

$$= 0,36 \text{ kW}$$

i) Jumlah Sabuk Yang Digunakan N = daya motor / daya 91 :171)

$$N = \frac{P_0}{P_0 \cdot K_0} \quad (21)$$

$$N = \frac{0,36}{0,36 \cdot 0,87} = \frac{0,36}{0,3132}$$

$$N = 1.149 \approx 1.15 \text{ sabuk}$$

0,87 = Faktor Koreksi

(Sularso, 1987 :174)

Jadi sabuk yang digunakan adalah satu (1) buah.

3.4 Perhitungan Piringan Dudukan Pisau

a) Berat Piringan Dudukan Pisau

$$V = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot t \quad (22)$$

$$V = 0,785 \times 220^2 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$$

$$V = 759.880 \text{ mm}^3$$

$$V = 759.88 \text{ cm}^3$$

Maka berat piringan dudukan pisau adalah :

$$m = \rho \times V \quad (23)$$

$$m = 2,7 \text{ gr cm}^3 \times 759.88 \text{ cm}^3$$

$$m = 2.051 \text{ gr}$$

$$m = 2.0 \text{ kg}$$

b) Pisau Pemotong

Bahan yang digunakan monel $\sigma_{st} = 16.9 \text{ kg/mm}^2$

Maka tegangan tarik yang diizinkan adalah :

$$\sigma_{izin} = \frac{\sigma_{st}}{sf} \quad (24) \quad 30$$

mm

$$= \frac{16.9 \text{ kg/mm}^2}{3}$$

$$= 5.63 \text{ kg/mm}^2$$

Tegangan geser yang diizinkan adalah :

$$\tau_g = 0,5 \times \sigma_{izin} \quad (25)$$

$$= 0,5 \times 5.63 \text{ kg/mm}^2$$

$$= 2.816 \text{ kg/mm}^2$$

Dengan panjang pisau yang akan digunakan $l = 70 \text{ mm}$, maka tebal pisau adalah :

$$t = \frac{F_{pt}}{\tau_g \times l} \quad (26)$$

$$= \frac{2.816 \text{ kg}}{2.816 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \times 70 \text{ mm}}$$

$$= \frac{2.816}{2.816}$$

$$= 197.12 \text{ mm}$$

$$= 0,01 \text{ mm}$$

Tebal pisau yang akan digunakan pada mesin pemotong singkong ini adalah 2 mm.

3.5 Perhitungan Poros

a. Daya Yang Ditransmisikan

Daya output motor harus dikalikan faktor koreksi mengingat adanya faktor keamanan dalam perancangan. Jika faktor koreksi (F_c) diambil 1,2 maka daya rencana (Pd) adalah:

$$P = 375 \text{ watt}$$

$$Pd = P \cdot F_c \quad (27)$$

$$= 375 \times 1.2$$

$$= 450 \text{ watt}$$

b. Momen Daya Puntir Rencana (T)

$$T = 9.74 \cdot 10^5 \cdot \frac{Pd}{n_1}$$

$$T = 9.74 \cdot 10^5 \cdot \frac{0.45}{1400}$$

$$= 7,740.000 \times 0,000321428$$

$$= 3,130 \text{ kg.mm}$$

c. Bahan Poros

Dalam Batang Poros, bahan yang akan digunakan terlampir dalam tabel 2.3 adalah :

- o Baja karbon konstruksi mesin ST 60
- o Dengan kekuatan tarik (σ_B) = $60 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$

Faktor keamanan SF_1 diambil 6,0 dan SF_2 diambil 2,0 maka tegangan geser (τ_a) = $\frac{60}{6 \times 2} = 5 \text{ kg/mm}^2$

Faktor koreksi beban lentur C_b diambil 1.5 dan faktor keamanan kejut K_t diambil 1,2.

Sehingga diameter poros :

$$d_s = \left[\frac{5.1}{\tau_a} K_t \cdot C_b \cdot T \right]^{\frac{1}{3}} \quad (28)$$

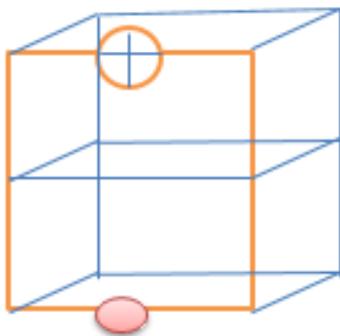
$$d_s = \left[\frac{5.1}{5} 1.2 \cdot 1.5 \cdot 3.130 \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = (5.74668)^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = 1.91556 \approx 25 \text{ mm}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka poros yang digunakan berdiameter 25 mm.

3.6 Perhitungan Rangka



Gambar 6. Titik Beban Rangka

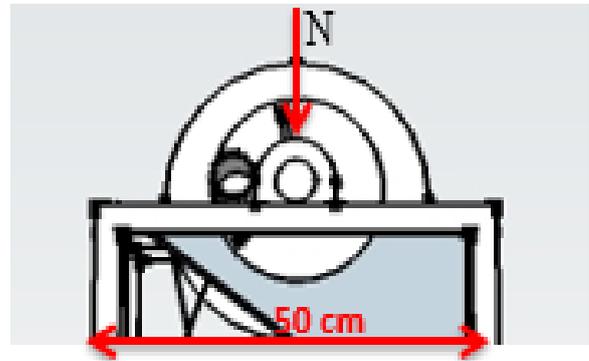
Dimana P = 500 mm
L = 500 mm
T = 800 mm

$$F = 34 \text{ kg}$$

Bahan yang digunakan yaitu besi siku sama sisi yang berukuran 30 mm x 30 mm dan tebal 3 mm, dengan bahan ST 37 dengan tegangan bahan 37 kg/mm^2

1. Rangka Atas

$$F = 18 \text{ kg} \times 9.81 = 176,58 \text{ N}$$



Gambar 7. Rangka Atas (SketchUp 2015)

a. Momen Maksimum

$$M_{AB} = \frac{F_b^2}{L_s} [x(3a+b) - La] \quad (29)$$

$$= \frac{176,58 \text{ N} \cdot (0,25 \text{ m})^2}{(0,5 \text{ m})^3} [0,25(3 \cdot 0,25 + 0,25) - 0,5 \cdot 0,25]$$

$$= \frac{11,03625 \text{ N.m}}{0,125 \text{ m}} [0,25(1) - 0,125]$$

$$= 88,29 \text{ N.m} \times 0,125 \text{ m}$$

$$= 11,03625 \text{ N.m} \times 1000$$

$$= 11.036,25 \text{ N mm}$$

Jadi momen maksimum yang terjadi pada bata AC adalah berapa pada titik B yaitu sebesar 11.036,25 N mm

b. Tegangan Izin

$$\sigma_{izin} = \frac{\sigma_{ST37}}{sf} \quad (30)$$

$$\sigma_{izin} = \frac{37 \text{ kg/mm}^2}{6}$$

$$\sigma_{izin} = 6,17 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{izin} = 60,53 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

c. Modulus Penampang

$$z = \frac{M_E}{\sigma} \quad (31)$$

$$z = \frac{11036,25 \text{ N mm}}{60,53 \text{ N/mm}^2}$$

$$z = 182,3 \text{ mm}^3$$

$$z = 0,1823 \text{ cm}^3$$

Dari perhitungan di atas diketahui modulus penampang sebesar $0,1823 \text{ cm}^3$, maka

di pilih profil L 30 x 30 x 3 dengan nilai modulus elastis sebesar $0,661 \text{ cm}^3$ (Lampiran) dengan pertimbangan faktor keamanan.

4. Kesimpulan

Hasil perancangan mesin perajang singkong dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Metode perajangan mesin ini adalah perajang dengan dua pengaplikasian yaitu manual dan otomatis, dengan 3 buah pisau yang memotong singkong secara berkesinambungan.
2. Sistem transmisinya:
 - a. Manual yaitu mengubah putaran dari pedal dengan komponen berupa 2 buah gear dihubungkan dengan rantai.
 - b. Otomatis yaitu mengubah putaran dari motor listrik dari 1400 rpm menjadi 262 rpm, dengan komponen berupa 2 buah puli diameter 400 mm, 75mm, dihubungkan oleh belt A-79. Poros yang digunakan berdiameter 25 mm dengan bahan ST 60.
3. Desain mesin perajang singkong ini membutuhkan daya dari motor listrik sebesar $\frac{1}{2}$ HP.
4. Perajangan yang dihasilkan untuk yang manual sedikit kasar dan yang otomatis halus.

Saran

Perancangan mesin perajang aneka umbi-umbian ini masih jauh dari kata sempurna, baik dari segi kualitas bahan, penampilan, dan sistem kerja. Oleh karena itu untuk dapat menyempurnakan rancangan mesin ini perlu adanya pemikiran yang lebih jauh lagi dengan segala pertimbangan. Beberapa saran untuk langkah yang dapat

membangun dan menyempurnakan mesin ini adalah sebagai berikut:

- a. Membuat tempat penyimpanan hasil perajangan supaya lebih efektif dalam pengerjaannya. Seperti di pasang laci di dalamnya.
- b. Dalam memindahkan mesin masih kesulitan karena harus diangkat, jadi sebaiknya diberi roda di setiap sudut bawahnya.
- c. Untuk menciptakan alat yang lebih maksimal lagi maka harus memakai bahan yang lebih baik lagi.

Daftar Pustaka

- Iqbal, Muhammad. 2021. "Perancangan Alat Perajang Singkong Otomatis Dan Manual." *Perancangan Alat Perajang Singkong Otomatis Dan Manual Jurnal ReTiMs* 2(2):34.
- Ir. Sularso, MSME. Kiyokatsu Suga. 1997. "Perancangan Dan Pemilihan Elemen Mesin Dasar." *Diterbitkan Pradnya Paramita, Jakarta Pusat*.
- M.Eng., JOSEPH E. SHIGLEY LARRY D. MICHELL. Gandhi Harahap. 1983. *Perancangan Teknik Mesin Edisi Ke Empat Jilid 2*. Penerbit Erlangga. Produksi. Jakarta 13740.
- Sugianto. 2002. "Mesin Perajang Umbi Singkong Serbaguna." Universitas.
- Taryat, and Nurwathi. 2021. "Perancangan Mesin Perajang Singkong Yang Ergonomis Menggunakan Data Antropometri." *Jurnal ReTiM* 2(1):27–32.
- Tonton, O. 2010. "Mesin Pengiris Singkong." Universitas.

DESAIN ULANG PLUNGER PADA PROSES *EQUAL CHANNEL ANGULAR PRESSING* LOGAM JENIS MAGNESIUM

Sigit Supriatno*¹, Wisnu Wijaya²

^{1,2} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana
Jl. PHH. Mustopa No. 68, Bandung 40124

Abstrak

Penelitian ini membahas rekomendasi desain plunger untuk proses *Equal Channel Angular Pressing* (ECAP) logam jenis magnesium, sehingga dapat meminimalisir resiko kegagalan plunger saat proses berlangsung. Pada proses ECAP magnesium, plunger memiliki persentase kegagalan yang cukup tinggi. Pada percobaan ke-1 dengan sudut channel ECAP 90° dan material plunger EMS45, proses dihentikan pada kisaran beban 12-14 ton karena kegagalan plunger akibat tekukan. Pada percobaan ke-2, sudut channel diperbesar menjadi 120°, material plunger diganti dengan SKD11, dan panjang spesimen diubah menjadi setengah dari percobaan ke-1. Prediksi Beban maksimum yang terjadi pada proses ECAP menggunakan persamaan upperbound ECAP dan dilanjutkan dengan analisa kolom untuk plunger yang hasil akhirnya akan dibandingkan. Dari perbandingan tersebut, diperoleh hasil yaitu pada percobaan ke-1 terbukti beban tekan ECAP yang dibutuhkan lebih tinggi dari ketahanan material plunger sehingga menyebabkan plunger gagal. Sedangkan pada percobaan ke-2 plunger dinyatakan aman dari kegagalan tekukan dengan safety factor 7,7.

Kata kunci: plunger, ECAP, upper bound

Abstract

[PLUNGER REDESIGN ON THE EQUAL CHANNEL ANGULAR PRESSING PROCESS OF MAGNESIUM METAL TYPE] This study discusses the plunger design recommendations for the *Equal Channel Angular Pressing* (ECAP) process for magnesium metal, so as to minimize the risk of plunger failure during the process. In the magnesium ECAP process, the plunger has a fairly high failure percentage. In the 1st experiment with channel angle ECAP 90° and plunger material EMS45, the process was stopped at a load range of 12-14 tons due to plunger failure due to bending. In the 2nd experiment, the channel angle was enlarged to 120°, the plunger material was replaced with SKD11, and the specimen length was changed to half of the 1st experiment. Prediction of the maximum load that occurs in the ECAP process using the upper bound ECAP equation and followed by column analysis for the plunger whose final results will be compared. From this comparison, the results obtained are that in the 1st experiment it was proven that the required ECAP compressive load was higher than the resistance of the plunger material, causing the plunger to fail. Meanwhile, in the second experiment, the plunger was declared safe from bending failure with a safety factor of 7.7.

Keywords : plunger, ECAP, upper bound

1. Pendahuluan

Dewasa ini sedang berkembang mengenai potensi material magnesium sebagai plat implan tulang pada kasus fraktur. Walaupun saat ini sudah dipakai material yang tahan korosi dan memiliki sifat mekanis yang baik seperti *stainless steel* dan titanium namun penggunaannya harus tetap dilakukan operasi kedua untuk mengangkat plat implan tersebut setelah proses penyembuhan tulang selesai (Kwak et al. 2008). Oleh karena itu, magnesium dipilih karena keunggulannya

yang biodegradable, yaitu kemampuan luruh dalam tubuh sehingga diharapkan tidak diperlukan operasi kedua untuk pengangkatan plat implan (del Valle and Ruano 2008).

Beberapa penelitian yang menggunakan metode ECAP dihimpun dan direkap data parameter yang mereka gunakan. Teramati bahwa parameter yang mereka gunakan tidak seragam bahkan ada yang tidak menyebutkannya dengan lengkap (Djavanroodi et al. 2012). Hal ini menyebabkan data kenaikan sifat mekanis yang mereka dapatkan tidak dapat diintegrasikan antara satu dengan penelitian yang lainnya sehingga harus dilakukan ECAP ulang dari

*Penulis Korespondensi.

E-mail: sigitsupriatno@gmail.com

awal setiap akan meneliti sifat mekanis lain (Djavanroodi and Ebrahimi 2010).

Dari hasil rekap penelitian yang sama, hanya beberapa saja yang menyebutkan jenis material plunger dan dies yang digunakan. Diantaranya ada yang menggunakan SKD11, Orvar, dan HSS, selebihnya tidak disebutkan dalam jurnal penelitian yang mereka tulis. Kebanyakan penelitian itu lebih terfokus pada hasil perbaikan sifat mekanis material dibanding mengurai secara terperinci kondisi ECAP yang mereka lakukan (Furuno et al. 2004; Komura et al. 2001; Kuswarini 2012; Lee 2000; Wei et al. 2015). Dengan informasi yang terbatas itu, menjadikan kesulitan bagi peneliti penerus yang hendak mengulang atau mengembangkan proses ECAP.

Dalam penelitian ini akan dibahas tentang plunger yang akan digunakan dalam proses ECAP yang berkaitan dengan mekanika kekuatan material dan perancangan batang tekan sebagai kolom sebagai parameter yang membatasi prestasi material yang mengalami beban tekan.

2. Metode Penelitian

2.1 Prosedur Eksperimen

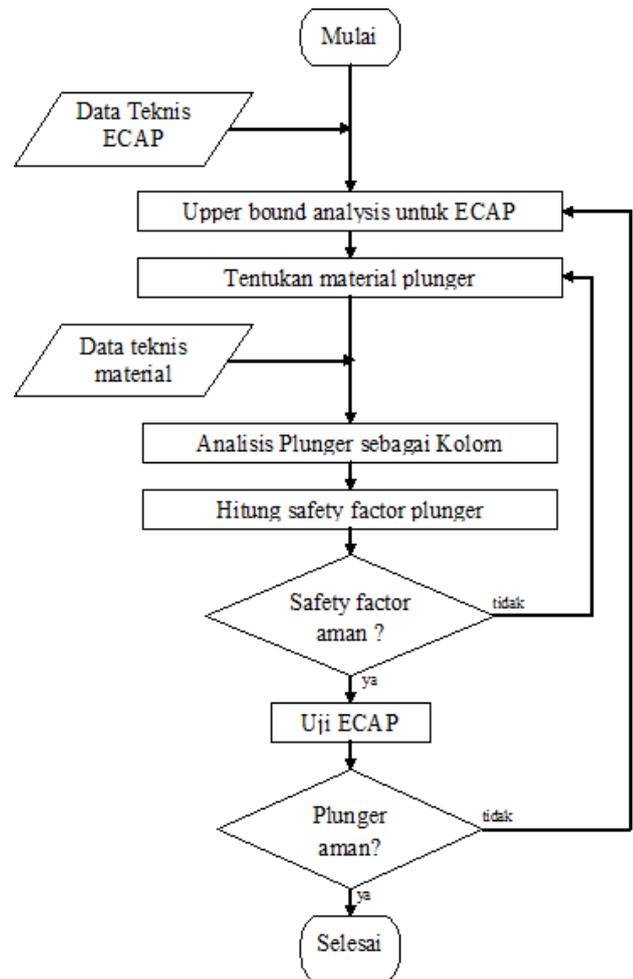
Dilakukan dua eksperimen ECAP magnesium murni. ECAP pertama sebelum analisa upper bound dan yang kedua setelah analisa upperbound dengan parameter sbb:

ECAP pertama dengan parameter (ϕ) = 90°, (Ψ) = 20°(R6), L = 150mm, d = bujur sangkar 20x20mm, material dies = EMS45, material plunger = EMS45.

ECAP kedua dengan parameter (ϕ) = 120°, (Ψ) = 22°(R8), L = 75mm, d = bujur sangkar 20x20mm, material dies = EMS45, material plunger = SKD11.

Perbedaan antara parameter ECAP kedua dengan ECAP pertama adalah pada parameter (ϕ) yang diperbesar, L diperpendek, dan mengganti material plunger dengan material yang memiliki yield lebih tinggi.

Kedua eksperimen ECAP tsb sama sama dalam kondisi suhu ruang, tanpa pelumas, dan tanpa kecepatan ram yang terukur.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil eksperimen didapat bahwa:

ECAP pertama dihentikan dan dinyatakan gagal. ECAP dihentikan karena didapati plunger gagal berupa tekukan plastis (*buckling*). Material tidak masuk ke saluran keluar. Beban tekan yang terbaca saat ECAP dinyatakan dihentikan dan terjadi buckling adalah 12-14 ton.



Gambar 2. Kondisi spesimen pada ECAP pertama



Gambar 3. Hasil ECAP Kedua

ECAP kedua juga tidak sempurna karena magnesium terjadi crack tetapi plunger dinyatakan aman tanpa *buckling*. Beban tekan puncak yang terbaca selama ECAP adalah 8.5 ton.

Dari hasil analisa upper bound (Eivani and Karimi Taheri 2007), didapat bahwa dengan parameter ECAP pertama, gaya puncaknya adalah 16.6 ton.

$$P = \frac{\sigma_y(1+m)}{\sqrt{3}} \left\{ 2 \cot \left[\frac{\phi + \beta}{2} \right] + \beta \right\} + \frac{4m\sigma_y(l_E + l_S)}{\sqrt{3}d} \quad (1)$$

Sedangkan dari analisa kolom (Robbert. L. Mott, 2004),

$$P_{cr} = AS_y \left[1 - \frac{S_y \left(\frac{KL}{r} \right)^2}{4\pi^2 E} \right] \quad (2)$$

Didapat bahwa beban kritis plunger hanya berada di 13.7 ton. Dari data ini jelas bahwa kekuatan plunger di bawah gaya upper bound, sehingga menyebabkan plunger gagal sebelum ECAP terlaksanakan (Wei et al. 2015).

Untuk mengurangi beban puncak dan memperbesar

kemungkinan keberhasilan plunger, maka pada percobaan ECAP kedua, (ϕ) diperbesar dari 90° ke 120° dan panjang spesimen dibuat diubah menjadi setengah dari percobaan pertama yaitu 75 mm.

Dengan parameter ECAP kedua, hasil analisa upper bound menunjukkan bahwa perkiraan beban puncaknya adalah 8 ton. Sedangkan pada hasil percobaan beban yang terbaca adalah 8.5 ton. Dengan koreksi faktor gaya gesek (m) dari 0.18 menjadi 0.195, maka hasil persamaan upperbound semakin mendekati 8.5 ton, sesuai dengan hasil percobaan.

4. Kesimpulan

- Dalam proses ECAP magnesium dengan sudut channel (ϕ) 120°, sudut tepi (β) 22°, diperlukan material plunger yang memiliki tegangan yield yang lebih tinggi dari EMS45 yaitu lebih dari 343MPa, dalam kesempatan ini material SKD11 sudah cukup memenuhi syarat.
- Faktor rancangan yang dibutuhkan adalah minimal 3. Bila menggunakan material SKD11 faktor rancangannya adalah 4,2 untuk panjang spesimen 150mm dan 7,7 untuk panjang spesimen 75 mm.
- Dari hasil percobaan ECAP kedua, dengan faktor rancangan 7,7 plunger dinyatakan aman dalam pembebanan.

Daftar Pustaka

- Djavanroodi, F., and M. Ebrahimi. 2010. "Effect of Die Channel Angle, Friction and Back Pressure in the Equal Channel Angular Pressing Using 3D Finite Element Simulation." *Materials Science and Engineering A* 527(4-5). doi: 10.1016/j.msea.2009.09.052.
- Djavanroodi, F., B. Omranpour, M. Ebrahimi, and M. Sedighi. 2012. "Designing of ECAP Parameters Based on Strain Distribution Uniformity." *Progress in Natural Science: Materials International* 22(5). doi: 10.1016/j.pnsc.2012.08.001.
- Eivani, A. R., and A. Karimi Taheri. 2007. "An Upper Bound Solution of ECAE Process with Outer Curved Corner." *Journal of Materials Processing Technology* 182(1-3). doi: 10.1016/j.jmatprotec.2006.09.021.
- Furuno, Kazuko, Hiroki Akamatsu, Keiichiro Oh-Ishi, Minoru Furukawa, Zenji Horita, and Terence G. Langdon. 2004. "Microstructural Development in Equal-Channel Angular Pressing Using a 60° Die." *Acta Materialia* 52(9). doi: 10.1016/j.actamat.2004.01.040.
- Komura, Shogo, Minoru Furukawa, Zenji Horita, Minoru Nemoto, and Terence G. Langdon. 2001. "Optimizing the Procedure of Equal-Channel Angular Pressing for Maximum Superplasticity." *Materials Science and Engineering A* 297(1-2). doi: 10.1016/S0921-5093(00)01255-7.
- Kuswarini. 2012. "Penghalusan Butir Material Kuningan Melalui Proses Equal Channel Angular Pressing Dengan Sudut Cetakan 120°." *Universitas Indonesia*.
- Kwak, Eun Jeong, Cheon Hee Bok, Min Hong Seo, Taek Soo Kim, and Hyung Seop Kim. 2008. "Processing and Mechanical Properties of Fine Grained Magnesium by Equal Channel Angular Pressing." *Materials Transactions* 49(5). doi: 10.2320/matertrans.MC200725.
- Lee, Dong Nyung. 2000. "Upper-Bound Solution of Channel Angular Deformation." *Scripta Materialia* 43(2). doi: 10.1016/S1359-

Desain Ulang Plunger Pada Proses *Equal Channel
Angular Pressing* Logam Jenis Magnesium

6462(00)00377-8.

del Valle, J. A., and O. A. Ruano. 2008. "Influence of Texture on Dynamic Recrystallization and Deformation Mechanisms in Rolled or ECAPed AZ31 Magnesium Alloy." *Materials Science and Engineering A* 487(1-2). doi:

10.1016/j.msea.2007.11.024.

Wei, Kunxia, Ping Liu, Zhijun Ma, Wei Wei, Igor V. Alexandrov, and Jing Hu. 2015. "An Upper Bound Analysis of T-Shaped Equal Channel Angular Pressing." *Acta Metallurgica Slovaca* 21(1). doi: 10.12776/ams.v21i1.539.