

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Turbin air Banki merupakan jenis turbin *crossflow*, biasanya digunakan pada pembangkit listrik skala kecil, untuk daerah pedesaan ataupun daerah terpececil yang belum ada pasokan listriknya. Aliran air yang menggerakkan turbin dapat berupa : saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air. Menurut Kementerian ESDM RI. Peraturan No.8 (2011) batasan pembangkit listrik skala mikro hidro (PLTMH) bila daya yang dibangkitkan dibawah 1 MW. dan menurut Suwignyo, (2018) menyatakan bahwa turbin *crossflow* merupakan jenis dari pembangkit listrik tenaga mikro hidro atau PLTMH (daya terbangkit < 200 kW).

Haimerl, L.A., (1960) Turbin *Cross-Flow* adalah salah satu turbin air dari jenis turbin aksi (*impulse turbine*). Turbin ini awalnya dibuat oleh seorang insinyur Australia yang bernama *A.G.M. Michell* di tahun 1903. Kemudian turbin ini dikembangkan dan dipatenkan di Jerman Barat oleh *Prof. Donat Banki* sehingga turbin ini diberi nama turbin Banki kadang disebut juga turbin *Michell-Ossberger*.  
JI Qingfeng, et al. (2017) Melakukan penelitian pada guide vane turbin kaplan tepat pada bagian pembuka air masuk ke turbin. Penelitian dilakukan dengan metode *CDF analysis* dengan mengidentifikasi nilai *Cm (Coefficient of moment)* yang terjadi pada guide vane. Yang divariasikan dari penelitian adalah sudut bukaan *guide vane* yakni dilakukan pada *guide vane* ke-26 dikarenakan *guide vane* tersebut

memiliki gaya tertinggi dari hasil simulasi aliran masuk pada *guide vane*. Maka *guide vane* tersebut dijadikan objek riset dalam pengambilan data analisis tegangan. Kemudian *guide vane* tersebut di teliti dengan 19 sudut varian yang berbeda. Dari data analisis tersebut di hasilkan makin tinggi nilai sudut *guide vane* maka makin kecil tegangan internal maksimum yang terjadi. Dalam penelitian ini 19 variasi sudut bukaan *guide vane* di bagi menjadi 3 bagian yakni tipe *flow pattern region II*, *Deflection Region*, dan tipe *flow pattern region I*. nilai tegangan internal maksimum dan torsi berada di tipe *flow pattern region II*. Hasil dari penelitian ini adalah tegangan maksimum terjadi pada bagian penyambungan antara *guide vane* dan poros. Perubahan atau pergerakan sudut bukaan *guide vane* sangat signifikan dalam perubahan tegangan maximum pada sudut di bawah  $3^\circ$  sementara tegangan berkurang di atas  $3^\circ$ . perubahan sudut langsung dari *flow pattern region II* sampai tipe *flow pattern region II* tanpa melewati *deflection region* dapat mengakibatkan perubahan tegangan yang signifikan sehingga berpotensi merusak struktur bagian pada *guide vane* dan penggerak. Penelitian ini fokus pada analisis perubahan bukaan sudut terhadap perubahan tegangan di bagian penyambung antara *guide vane* dengan poros dan pengambilan nilai momen diambil dari uji aliran pada software CFD kemudian nilai momen tersebut di rubah ke nilai tegangan dan torsi. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Mafruddin dan Marsuki (2017). Melakukan percobaan eksperimental pada analisis pengaruh bukaan *guide vane* terhadap efisiensi performa keseluruhan turbin. Analisis dilakukan dengan memvariasikan 4 bukaan sudut *guide vane* yakni 20%, 40%, 60% dan 80%. Diketahui dari analisa tersebut bahwa bukaan *guide vane* pada turbin bankie/ *crossflow* berpengaruh terhadap nilai efisiensi turbin yakni makin besar bukaan *guide vane* maka makin

besar efisiensi turbin yang terjadi. Penelitian ini hanya mencoba membuktikan apakah bukaan *guide vane* berpengaruh terhadap efisiensi performa turbin secara keseluruhan dengan tidak menganalisa berapa tegangan dan torsi yang terjadi pada *lever linkage guide vane* khususnya tegangan dan torsi antara guide vane dengan poros pada setiap besaran varian sudut bukaan *guide vane*. Budiman B.A, et al (2016). Melakukan riset mengenai desain *fail-safe* mekanisme pada pengaturan bukaan atau *guide vane* pada turbin francise. Simulasi dalam riset ini dilakukan dengan aplikasi *Computational Fluid Dynamic* berdasarkan *Finite Element Methode*. Analisa dilakukan secara spesifik pada salah satu bagian mekanisme bukaan guide vane yakni adalah bagian pin geser atau shear pin sebagai komponen kritis pada rangkaian mekanisme tersebut untuk di desain menjadi bentuk yang sederhana. *Shear pin* yang di desain tersebut harus tahan terhadap beban statis dan dinamis tetapi harus hancur pada bilangan beban tertentu sehingga rangkaian mekanikal guide vane tidak hancur secara keseluruhan. Riset dilakukan dengan membuat variasi derajat bukaan *guide vane* saat simulasi, serta beban berlebih dan beban dinamis akibat dari fenomena water hammer juga turut di input. Bahan yang di aplikasikan pada shear pin tersebut antara lain ialah Al2024. *Shear pin* dengan material Al2024 yang terapkan pada simulasi ada dua jenis, yakni shear pin dengan treatment artificial aging dan natural aging. Dari simulasi pada riset tersebut dihasilkan shear pin Al2024 dengan treatment berupa natural aging adalah shear pin yang tepat dalam rangkaian sistem mekanisme *guide vane* yang di desain sebagai mekanisme *fail-safe* pada rangkaian bukaan guide vane turbin francise yang diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk membuat *shear-pin* yang memiliki *value* berupa *fail-*

*safe* pada sistem mekanikal guide vane dan tidak membahas optimasi kekuatan *mechanical linkage guide vane* secara keseluruhan.

Dalam bukunya Subramanya, K (2013). Menerangkan bahwa celah antara vane dapat di atur dari bukaan maksimum hingga saluran terbuka. Tujuan adanya guide vane yakni untuk mengarahkan aliran air ke *runner* berdasarkan level kecepatan aliran air yang diinginkan dan juga pada arah tangensial ke ujung sudu *runner*. Pergerakan *guide vane* untuk membuka dan menutup aliran air tersebut akan memberikan *shock-free* kepada *runner*. Kemampuan untuk mengatur lebar celah antar *guide vane* dapat membantu dalam mengontrol total keluaran air dari *nozzle* ke *runner*. Hal itu terkait dengan penyempurnaan tembakan air ke *runner*. Maka dari itu, guide vane juga yang merupakan bagian dari rangkaian mekanisme pengatur dan juga digunakan untuk memulai dan memberhentikan kinerja turbin. *Guide vane* pada umumnya terbuat dari baja cetak. Hassi, Y dan Hashemloo, S. (2010). Menganalisa efisiensi pada turbin terkait dengan pembebanan yang terjadi pada sistem mekanisme guide vane yang di pasang. Riset ini dilakukan dengan melalui uji eksperimen dengan membuat suatu rangkaian aliran air menuju turbin dengan bantuan pendorong air berupa pompa menuju inlet turbine. Riset dilakukan dengan tidak memasang rangkaian mekanisme *guide vane* pada *inlet* turbin dan dengan dipasangkannya rangkaian mekanisme *guide vane* pada *inlet*. Lalu kedua metode tersebut di bedakan berdasarkan eksperimen tiap RPM yang berbeda serta posisi bukaan dengan bukaan penuh serta setengah penuh. Kemudian dua metode tersebut dibandingkan. Hasilnya adalah turbin dengan menggunakan mekanisme guide vane pada inlet turbin memiliki efisiensi 23% lebih besar dibandingkan efisiensi dengan tanpa memasang mekanisme guide vane pada inlet turbine.

Penelitian ini tidak membahas analisa tegangan pada tiap batang. Dan hanya membuktikan hubungan efisiensi pada turbin terkait dengan ada atau tidak nya mekanikal guide vane yang terpasang pada turbin.

Riset yang dilakukan pada penelitian ini adalah untuk mengoptimisasi rangkaian mekanisme guide vane untuk penggunaan pada turbin crossflow dengan metode simulasi stress analysis. Menurut Alchazin, (2011). *Stress Analysis* merupakan sebuah alat yang disediakan bagi pengguna *Autodesk Inventor* yang berfungsi untuk menganalisis kekuatan. Fitur ini cukup mudah digunakan dan dapat membantu kita. untuk mengurangi kesalahan dalam membuat desain. Dengan demikian, selain biaya yang harus kita keluarkan akan berkurang, waktu penjualan dari benda yang kita desain pun dapat dipercepat karena kita sudah mensimulasikan terlebih dahulu benda yang kita desain di komputer sebelum masuk ke proses produksi. Maka penting nya dilakukan penelitian mengenai desain mekanisme *linkage guide vane* agar didapat ukuran dan material yang optimum.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Dalam penelitian ini, berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka dapat diidentifikasi permasalahan-permasalahan yang muncul, yaitu:

1. Bagaimana mengetahui gaya yang terjadi akibat aliran air pada *guide vane* menggunakan *software* CFD ?
2. Bagaimana desain mekanisme *linkage guide vane* yang optimal agar sesuai dengan kebutuhan dan bisa diproduksi?



3. Bagaimana pengujian yang dilakukan untuk mengetahui performa yang optimal pada mekanisme *linkage guide vane* dengan *software Autodesk Inventor*?

### 1.3 Batasan Masalah

Dalam pembuatan tugas akhir ini penulis membatasi ruang lingkup permasalahan dengan tujuan agar dapat mencapai sasaran yang diinginkan. Adapun beberapa batasan masalahnya, antara lain sebagai berikut :

1. Menggunakan debit air yang masuk ke turbin  $2 \text{ m}^3/\text{min}$  atau  $0,0333 \text{ m}^3/\text{s}$ , dengan tinggi jatuh air atau *head* 5,5m.
2. Daya pada turbin sebesar 1,58 kW.
3. Debit air yang masuk ke turbin digunakan untuk mencari nilai *drag force* pada *guide vane* saat terbuka 100% dan menggunakan *software* CFD.
4. Pembebanan pada mekanisme *linkage guide vane* merupakan nilai *drag force* yang terjadi pada saat *guide vane* terbuka 100%.
5. Analisa optimasi desain mekanisme *linkage guide vane* menggunakan *software Autodesk Inventor*.
6. Pengujian *stress analysis* dilakukan saat keadaan statis yang meliputi faktor *water hammer* sebesar 130 % dan beban dinamik sebesar 150 %.

7. Bahan yang digunakan untuk optimasi mekanisme *linkage guide vane* adalah JIS Grade S45C, S35C dan SS400.
8. Nilai *Safety Factor* untuk optimasi poros dan *linkage guide vane*  $\geq 3$  ul (*unitless*) menurut (Juvinal & Marshek, 2012:276).

#### 1.4 Perumusan Masalah

Dengan adanya masalah-masalah tersebut di atas maka didapatkan perumusan masalah dalam penelitian yaitu “Bagaimana desain mekanisme *linkage guide vane* yang optimal pada turbin Banki.”

#### 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui nilai *drag force* yang terjadi pada *guide vane* menggunakan *software CFD (Computational Fluid Dynamics)*.
2. Untuk mengoptimasi desain mekanisme *linkage guide vane* agar diperoleh ukuran dan kekuatan komponen yang optimal menggunakan *software Autodesk Inventor*.

## 1.6 Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Menyelesaikan Pendidikan S1 pada Prodi Pendidikan Vokasional Teknik Mesin di Universitas Negeri Jakarta
2. Dapat dijadikan referensi untuk merencanakan mekanisme *linkage guide vane* pada Turbin Banki.
3. Sebagai media pembelajaran mahasiswa dalam menggunakan *software* berbasis 3D yaitu program CFD dan *Stress Analysis* untuk merancang dan menganalisa suatu produk.
4. Mengetahui hasil optimasi dari analisa perencanaan mekanisme *linkage guide vane* untuk Turbin Banki.