(12) PATEN INDONESIA

(19) DIREKTORAT JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

(11) IDS000009693 B

(45) 03 Februari 2025

(51) Klasifikasi IPC[8] : F 03B 17/06(2017.08), F 03B 17/00000(2013.01), F 03B 7/00(2013.01)

(21) No. Permohonan Paten : S00202412212

(22) Tanggal Penerimaan: 31 Oktober 2024

(30) Data Prioritas :
(31) Nomor (32) Tanggal (33) Negara

(43) Tanggal Pengumuman: 22 November 2024

(56) Dokumen Pembanding:
DE102010050878B3
"*The effect of channel slope angle on breastshot waterwheel turbine performance by numerical method*", Dendy Adanta dkk, Energy Reports Volume 6 Supplement 2, February 2020, Pages 606-610
CN107642448B

(71) Nama dan Alamat yang Mengajukan Permohonan Paten :
Universitas AKPRIND Indonesia
Jalan Kalisahak No. 28, Klitren, Gondokusuman,
DI Yogyakarta

(72) Nama Inventor :
Syafriyudin, ID

(74) Nama dan Alamat Konsultan Paten :

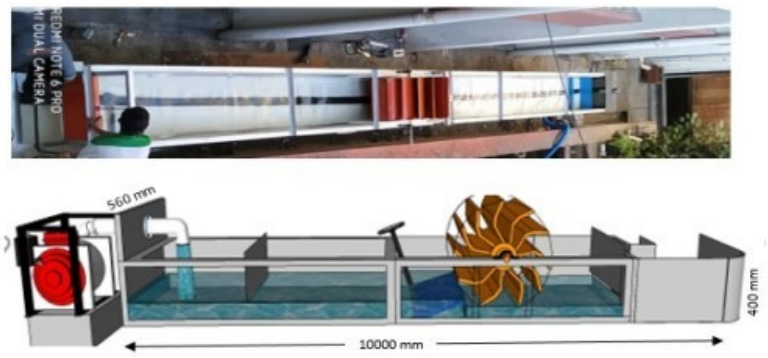
Pemeriksa Paten : Nico E. Soelistyono, S.T., M.H.

Jumlah Klaim : 3

(54) Judul Invensi : PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO DENGAN SISTEM *JUMPING WATER*

(57) Abstrak :

Invensi ini berhubungan dengan kincir air breastshot sangat cocok untuk aliran dengan kecepatan dan debit rendah, seperti aliran saluran irigasi. Namun, kinerja kincir konvensional berkurang secara signifikan di saat musim kemarau. Hal ini disebabkan karena aliran berjalan pada kecepatan yang sangat rendah, upaya peningkatan kinerja kincir air dengan meletakkan *jumping water* di depan kincir air *breastshot* sehingga mampu beroperasi pada kecepatan aliran air yang sangat rendah. Kincir air *breastshot* yaitu kincir air yangpercikan air masuk pada titik sumbu kincir. Jenis kincir ini saat ini memiliki potensi eksploitasi listrik yang kecil dengan kecepatan putaran berkisar 13.76 rpm. Sistem kerja pada *jumping water* pada pembangkit listrik tenaga pikohidro yaitu dengan mengatur sudut *jumping* untuk menghasilkan *Head* gross, putaran, torsi yang tinggi serta daya yang besar. Pengujian dilakukan dengan berbagai kecepatan aliran air pada sisi hulu, dimulai dengan sudut 0°, sampai 40°, dengan variabel kecepatan air 1,1 m/det-1,6 m/det. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan *jumping water* mampu meningkatkan $Head_{gross}$ ($Head_{potensial}$) pada saluran irigasi karena bertambahnya kedalaman muka air, dengan meningkatnya $Head_{gross}$ akan meningkatkan daya air, torsi, serta putaran kincir sebesar 38 rpm, dengan efisiensi maksimum 97,12 %. *Jumping water* dapat menjaga kincir air *breastshot* mampu terus beroperasi selama musim kemarau.



Gambar 1

Deskripsi

PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO DENGAN SISTEM *JUMPING WATER*

Bidang Teknik Invensi.

Invensi ini berhubungan dengan suatu alat konversi tenaga pikohidro untuk menghasilkan tenaga listrik dengan memanfaatkan potensi tenaga air pada saluran irigasi yang digunakan sebagai penggerak kincir air, dengan menambahkan *jumping water* sebagai pengatur debit air yang masuk ke sudu kincir sebagai penggerak poros generator untuk menghasilkan tenaga listrik, bidang invensi ini lebih khusus lagi berhubungan dengan penggunaan *jumping water* pada pembangkit listrik tenaga pikohidro, untuk meningkatkan kapasitas pembangkitan dalam menghasilkan listrik.

Latar Belakang Invensi.

Program desa mandiri energi telah dicanangkan diseluruh tanah air. Dengan kondisi 45% desa dari 70 ribu desa di Indonesia yang dikategorikan sebagai desa tertinggal sangat minim infastruktur dan fasilitas penunjang, (ESDM, 2020). Di banyak sistem saluran irigasi memungkinkan pemanfaatan konverter tenaga air yang relatif sederhana, sistem saluran irigasi aliran super kritis memiliki kepadatan energi yang tinggi, dan memungkinkan pemanfaatan konverter tenaga air (Muller dan Magali, 2021), banyak penelitian tentang potensi turbin hidrokinetik di sungai, tetapi sedikit digunakan di sungai, (Brian K, 2019). Efisiensi maksimum kincir air *overshot* dan *undershot* adalah sekitar 85%, sedangkan kincir air *breastshot* berkisar antara 75% hingga 80%, (Quaranta dan Revelli, 2018). Struktur terapung hidrodinamik dapat digunakan sebagai gaya hidrostatik air selain energi kinetik

aliran (Quaranta, 2018). Efisiensi kincir air meningkat dengan meningkatnya rasio kecepatan sudu V_b/V_o dan bilangan Froude. Efisiensi eksperimental mencapai 43% untuk Fr = 3,8 (Muller 2021)

Kincir air *Breastshot* adalah turbin yang cocok yang dapat diterapkan karena tidak mempengaruhi volume dan karakterisrik air (Warjito, 2018). *Very low head turbine* (VLHT) turbin aliran aksial dengan ketinggian di bawah 4,5 m dan laju aliran hingga 30 m^3/det, hasil uji ekologi menunjukkan tingkat kelangsungan hidup ikan lebih dari 90%, (Quaranta dan Amir, 2022). Untuk memaksimalkan daya poros digunakan simulasi dinamika fluida komputasi dua dimensi berparametri digabungkan dengan pengoptimal genetik (Olivier dan Sebastian, 2021). Sistem *hydrostatic pressure wheel* adalah solusi untuk mengatur debit aliran dan ketinggian air di jaringan saluran terbuka, yang dapat mempertahankan kedalaman air (Ludovic C, et al, 2021). Studi yang menganalisis aliran air yang kecil 0,5 -3.0 m/det, dengan tinggi *head* yang rendah 1-7.5 m, dengan material yang mudah didapat dan murah (Isaac Ponciano; 2020). Pengaruh perbedaan kedalaman perendaman terhadap kinerja kincir air dan karakteristik aliran menggunakan simulasi numerik, simulasi eksperimen yang konsisten dengan kesalahan maksimum kurang dari 5% hingga rasio radius terbenam 82,76%, kincir menunjukkan kinerja terbaik mencapai efisiensi maksimum 18,05% pada *tip-speed ratio* (TSR) 0,1984 (Mengshang Z, ZhengYuan, 2020). Kincir air *breastshot* cocok untuk kondisi *head* rendah, karena memiliki effisiensi yang lebih stabil dari pada jenis turbin lainnya, dengan menggunakan metode (CFD)untuk prediksi kinerjanya (warjito, 2020), *Computational Fluid Dynamics* (CFD) digunakan untuk memprediksi kinerja, optimasi geometri atau fenomena fisik kincir air *breastshot*. Metode CFD membutuhkan model turbulen untuk memprediksi aliran turbulen (Dendy A dan Fattah, 2020).

Pada tahun 2017 kementrian PUPR melakukan studi tentang Identifikasi Potensi Mikro Hidro di Jaringan Irigasi di Indonesia dan menghasilkan: potensi energi mikro hidro di jaringan irigasi pada Pulau Jawa, dengan kriteria potensi berdasarkan debit pada saluran irigasi serta beda tinggi/elevasi bangunan terjun atau got miring berada pada 4 kelas interval yaitu 5-50 kW; 51-100 kW; 101-500 kW; dan 501-1.000 kW (1MW). *(Laporan Akhir Identifikasi Potensi Mikro Hidro Di Jaringan Irigasi, 2017,* Kementerian PUPR, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Sumber Daya Air*),* Penggunaan sistem irigasi sebagai pembangkit listrik tenaga air walaupun kemungkinan hanya dapat menggerakkan turbin air skala kecil, pengujian turbin air tipe *undershot* dengan pemasangan turbin secara seri mengakibatkan penurunan efisiensi sistem pada turbin utama rata-rata 3,2% dan turbin kedua 3,37% untuk setiap variasi debit yang diuji. (Riko Fernando, Asral, 2017, *Kaji Eksperimental Turbin Air Tipe Undershot UntukPembangkit Listrik Tenaga Air Dipasang Secara Seri Pada Saluran Irigasi*, Jom Fteknik Vol 4 No 2), Kincir air *breastshot* dapat diimplementasikan sebagai pembangkit listrik mandiri di daerah terpencil. Kincir air ini menghasilkan efisiensi mekanik dan listrik masing-masing sebesar 45,5% dan 4,6%, rancangan kincir air *breastshot* harus disesuaikan dengan spesifikasi generator DC agar tidak terjadi kesalahan dalam pelaksanaannya sehingga dapat menghasilkan listrik yang maksimal. (Budiarso, Helmizar, Warjito, et al, 2020, (*Performance of breastshot waterwheel in run of river conditions, AIP Conference Proceedings*).

Kecepatan putaran yang tinggi belum tentu mempunyai energi yang besar karena jika diberi sedikit beban akan sangat berpengaruh kepada kecepatan putaran, diketahui kecepatan putaran kincir tertinggi pada H_1h_1 (tinggi dasar kincir 1 cm terhadap dasar saluran dan 1 cm tinggi pintu air di hilir saluran) yaitu 13,76 RPM, energi tertinggi yang didapat yaitu

sebesar 78,30 Nm atau 0,0002175 *watthour (*Rinaldi, 2015*)*. Tinggi jatuh air yang bisa digunakan kincir antara 0,1 m sampai dengan 12 m dan kapasitas airnya adalah 0,05 m^3/s sampai dengan 5 m^3/s. Pemakaian kincir air biasanya di daerah yang aliran airnya tidak tentu, berubah-ubah dan tinggi air jatuhnya kecil. jika kecepatan putaran kincir air tidak diperhitungkan karena kecepatan putarannya kecil yaitu 2-12 rpm, maka daya pada poros transmisi masih bisa digunakan. Kincir air memiliki efisiensiantara 20% - 80%. Kincir air dengan kecepatan pelan bahannya terbuat dari kayu, tetapi jika kecepatan putar tinggi dan air jatuh yang besar maka kincir air dibuat dari besi (Aye Mya Mya Kyaw, 2014). Kincir air dengan putaran rendah telah diusulkan sebagai sumber energi terbarukan yang terjangkau di daerah pedesaan, sifat dasar dari pekerjaan ini adalah penerapan teknologi serta peralatan yang sederhana dan fasilitas pengolahan yang menggunakan energi terbarukan. Kincir *overshot* mampu beroperasi dengan daya mekanisnya kecil, kecepatan mesinnya lambat. Dalam proyek ini, kincir mampu berputar sekitar 10 rpm (Vladimiro Pelliciardi, 2015)

Pada tahun 2010, Henning Bänecke Heiko Krause, mendapatkan hak paten jerman dengan nomor paten DE102010050878B3 Germany, dengan judul *Undershot water wheel for producing power from kinetic energy of water, has contour provided with concave surface, where distance between curved side and straight line is in range of preset value of length of line when surface is curved*, dalam paten tersebut diklaim, roda mempunyai hub horizontal, dan baling-baling berbentuk batang (1) yang disusun di antara permukaan roda. Permukaan cembung, lurus dan cekung (2a, 2b, 2c) dari suatu kontur penampang melengkung ke luar dan ke dalam atau lurus. Jarak rata-rata antara sisi lengkung dan garis lurus imajiner berkisar 0,15 kali panjang garis lateral lurus imajiner bila permukaan cekung melengkung ke dalam. Baling-baling berbentuk batang dipasang secara tetap di dalam roda dan terbuat dari

bahan padat atau bahan berlapis-lapis. Paten yang didapat oleh Henning Bänecke Heiko Krause dengan menganalisa *undershot* water wheel dengan roda hub horizontal dan baling-baling berbentuk batang untuk meningkatkan kemampuan roda air, sudu kincir air *undershot* mendapatkan energi dari aliran air yang mengalir di bawah sumbu porosnya. Namun, jika air pada sisi hulu naik melewati sumbu poros kincir maka batang yang tersusun diantara permukaan roda justru akan menjadi hambatan sehingga akan meningkatkan rugi-rugi pada sudu kincir.

Penelitian yang dilakukan Dendy Adanta, Budiarso, Warjito tahun 2020 yang di publikasikan di jurnal Energi yang terindeks scopus (Q1) dengan judul: *The effect of channel slope angle on breastshot waterwheel turbine performance by numerical method*, tentang pengujian pengaruh sudut kemiringan saluran air terhadap kinerja turbin kincir air *breastshot* menggunakan metode komputasi dinamika fluida dengan fitur enam derajat kebebasan (6-DoF). Metode dan fitur 6-DoF dipilih karena putaran turbin merupakan hasil komputasi dan pola aliran dapat direpresentasikan dengan lebih tepat. Hasil komputasi menggunakan fitur 6-DoF digunakan sebagai dasar untuk merekomendasikan rasio kecepatan putaran roda (U) dengan kecepatan masuk (W), atau U/W, untuk desain turbin. Lima sudut kemiringan dianalisis, dan hasilnya menunjukkan efisiensi yang lebih tinggi dihasilkan oleh sudut kemiringan 10◦ sedangkan yang terendah adalah 25◦. Berdasarkan hasil yang diperoleh, sudut kemiringan saluran yang lebih tinggi dapat menyebabkan kerugian atau kebocoran akibat air sehingga menimbulkan celah antara roda dan saluran. Oleh karena itu, cara meningkatkan energi kinetik air dengan memodifikasi bentuk saluran, seperti sudut, memerlukan perhatian tambahan pada arah kecepatan air. Apalagi efisiensi stabil terjadi pada rasio U/W antara 1,1 – 1,6. Dengan demikian, diperkirakan desain turbin optimal yang direkomendasikan untuk U adalah

1,1 hingga 1,6 kali. Pada penelitian yang dilakukan Dedy Adanta dkk melakukan perbaikan sudut pada kanal, untuk meningkatkan performa kincir air *breastshot* akan tetapi kelemahannya jika terjadi debit air yang besar maka akan terjadi tumpahan air yang besar pada sudu kincir sehingga akan menimbulkan rugi-rugi pada sudu kincir.

Pada tahun 2019, Lai Rong yi mendapatkan paten cina dengan no: CN107642448B dengan judul: *Low-water-head large-flow canal water turbine*, dimana invensi ini menyediakan turbin air saluran aliran besar dengan *head* air rendah yang terdiri dari dudukan pengatur air, kincir air dan gerbang, dimana dudukan pengatur air dilengkapi dengan pelat atas dan pelat bawah, sisi atas dan bawah. Sisi tempat duduk pengatur air masing-masing dilengkapi dengan saluran masuk air dan saluran keluar air, bagian tengah tempat duduk pengatur air dilengkapi dengan ruang kincir air, dua sisi luar dudukanpengatur air lainnya dilengkapi dengan pelat samping pertama dan pelat samping kedua, dan dinding pegatur air pertama dandinding pengatur air kedua masing-masing diperpanjang ke arah kincir, kincir air dilengkapi dengan poros berputar dan sejumlah bilah dan disusun di antara kincir air pada dudukan pengatur air; bagian gerbang adalah bagian berbentuk cangkang silinder, dapat melewati atas dudukan pengatur air dan meluncur di atas kincir, dan luas penampang air mengalir yang dapat disesuaikan dari bagian gerbang, bukaan gerbang dengan penyesuaian geser untuk mengontrol aliran masuk dan menutup unit, bisa lebih tinggi dari keadaan ketinggian air tinggi sesuai dengan kontrol aliran permukaan air hulu, dengan jenis *head* air rendah, aliran besar, perubahan laju aliran, struktur turbin hidrolik pivot vertikal yang efisien, terutama mengacu pada jenis struktur yang sederhana, pemasangannya mudah dan mudah dioperasikan, serta dapat langsung dirakit untuk menghasilkan listrik di tempat-tempat seperti sungai dan saluran. Ketinggian air

rendah, aliran air sungai yang besar di turbin saluran, membuat kondisi perubahan aliran stabil homoenergi, operasi efisiensi tinggi, struktur yang sederhana dan pemasangan mudah, cocok untuk dipasang langsung di sungai dan saluran. Pada paten yang dibuat Lai Rong yi ini di buat untuk kincir dengan aliran yang rendah dengan mengatur pintu air pada sisi atas kincir, pintu air mengontrol air di hulu sehingga didapatkan ketinggian air yang maksimal untuk di alirkan ke dalam sudu kincir. Namun, jika debit air pada sisi hulu besar maka pintu pengatur air menjadi tidak berfungsi karena ketinggian air sudah mencapai batas atas dari kincir, debit air yang masuk ke dalam sudu kincir menjadi besar dan menjadi sulit untuk di kontrol.

Sedangkan paten yang diajukan ini adalah alat yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga pikohidro yang digunakan pada saluran irigasi dengan menambahkan suatu plat mendatar yang dapat di opersaikan baik secara manual maupun secara elektronis dengan cara mengatur sudut plat yang diletakkan di depan kincir air jenis *breastshot*, sistem plat mendatar yang dapat diatur sudutnya dikatakan dengan sistem *jumping water*, pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan sistim *jumping water* ini dapat beroperasi baik pada musim hujan maupun musim kemarau.

Uraian singkat invensi.

Invensi ini bertujuan untuk menyediakan pembangkit listrik tenaga pikohidro yang menggunakan *jumping water* di sisi hulu kanal yang dapat meningkatkan putaran kincir, daya serta effisiensi dari pembangkit, dimana efek pemblokiran air dikarenakan perubahan sudut *jumping-water* dapat meningkatkan kedalaman air di saluran selama musim kemarau. Peningkatan kedalaman air menyebabkan peningkatan energi potensial (Ep) di saluran irigasi. Efek kenaikan sudut *jumping water* mulai dari sudut 5° -40° akan menyebabkan peningkatan ketinggian

(h) air pada kanal saluran, sehingga dengan kenaikan ketinggian air pada saluran akan meningkatkanenergi potensial nya.

Keberadaan *jumping water* dapat meningkatkan energi potensial air pada saluran dimana nilai H_{gross} adalah perbedaan ketinggian air pada sisi *upstream* dengan ketinggian air pada sisi *downstream* $(H_{gross} = h_1' - h_2)$, posisi h_1 dimana ketinggianair di *upstream* sebelum posisi *jumping water* di rubah, dan untuk h_1' adalah posisi air di *upstream* karena perubahan posisi *jumping water*, sehingga jika sudut *jumping* dinaikkan maka efek pemblokiran air pada sisi *upstream* akan menyebabkan ketinggian air semakin meningkat (h_1'), sehingga $h_1' \gg h_1$, akibat nya putaran kincir akan menjadi naik karena energi potensial yang diberikan ke dalam kincir air akan semakin besar, jika kanal diberi *jumping water* maka energi potensial (H_{pot}) juga akan meningkatkan daya hidraulik, menaikkan torsi serta meningkatkan daya output (P_{out}) dari pembangkit, Serta meningkatkan nilai effisiensi dari pembangkit.

Model pembangkit listrik tenaga pikohidro untuk saluran irigasi, dengan model kincir air *breastshot*, pada sistem pembangkit ini menggunakan sistem *jumping water* yang fungsinya adalah untuk meningkatkan kinerja pembangkit pada saat musim kemarau. Pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan menggunakan sistem *jumping water* ini sangat sederhana dalam pembuatannya dan dapat dibuat dalam bentuk portabel sehingga dapat digunakan untuk segala jenis saluran irigasi.

Untuk mencapai tujuan tersebut, invensi ini menyediakan pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan sistem *jumping water* yang terdiri dari: kotak saluran air masuk untuk mengalirkan air ke dalam kanal irigasi; sekat kanal sebagai pengarah air ke dalam kanal irigasi; pintu kanal saluran air pada kanal untuk mendapatkan aliran air yang diinginkan; pengatur sudut *jumping water* berupa kran ulir besi untuk

mengangkat plat *jumping water* dalam membentuk sudut; plat *jumping water* sebagai pengatur jumlah energi air yang masuk kedalam sudu kincir; kincir air *breastshot* yang berfungsi sebagai pemutar turbin untuk menghasilkan tenaga putaran mekanis untuk memutar generator DC; kanal saluran irigasi yang berfungsi sebagai media pengantar aliran air; puli yang berfungsi untuk menaikkan putaran dari kincir ke putaran generator; generator DC dengan kapasitas 2000w untuk menghasilkan listrik 12-24 volt DC; inverter yang berfungsi untuk mengubah tegangan DC menjadi AC; dan baterai yang berfungsi untuk menyimpan tenaga listrik, yang dicirikan dimana, plat *jumping water* tersebut berada di depan kincir air *breastshot* dengan pengaturan jarak berkisar 0,5 – 1,5 cm dari bibir sudu kincir; pengatur sudut *jumping water* tersebut mengatur jumlah debit air yang masuk ke dalam sudu kincir dimulai dari sudut 5° sampai 40°, putaran kincir awal tanpa plat *jumping water* adalah 13-17 rpm dan putaran kincir setelah menggunakan plat *jumping water* meningkat menjadi 28-38 rpm; kincir air *breastshot* tersebut adalah mesin hidrolik gravitasi yang digunakan untuk ketinggian rendah, menerima air kira-kira setinggi sumbu roda, dengan berat air sebagai kekuatan pendorong pada roda; dan generator DC tersebut dikopel langsung dengan kincir air menggunakan puli dengan perbandingan 1:20, untuk meningkatkan putaran pada generator. Plat *jumping water* sesuai invensi ini terbuat dari plat galvanis dengan ketebalan 4mm dengan rangka aluminium. Kincir air *breastshot* sesuai invensi ini dibuat dari bahan besi galvanis dengan ketebalan bahan plat sudu 2mm.

Uraian Singkat Gambar

Untuk memudahkan pemahaman mengenai inti invensi ini, selanjutnya akan diuraikan perwujudan invensi melalui gambar-gambar terlampir.

Gambar 1, tampak samping dan tampak atas dari desain pembangkit listrik pikohidro di saluran irigasi.

Gambar 2, sistim *jumping water* dari plat galvanis yang dapat dirubah sudut nya dari 5°–40°

Gambar 3, rancangan unit pikohidro sebagai pembangkit tenaga listrik yang dapat di pasang di daerah terpencil, dengan sistim bongkar-pasang menggunakan *jumping water* sebagai pengatur debit air yang masuk kedalam sudu kincir sesuai dengan invensi ini.

Uraian Lengkap Invensi

Pengaruh sudut *jumping-water* (α) terhadap karakteristik aliran saluran dan unjuk kerja kincir air, karakteristik aliran saluran yang dianalisa adalah ketinggian air (h), debit air (Q), *head* kecepatan (H_{kec}), *head* potensial (H_{pot}), *head gross* (H_{gr}) dan daya air (P_{air}). Sedangkan unjuk kerja kincir yang dianalisa adalah torsi (T), putaran (N), daya (P), dan efisiensi (η). Sudut *jumping* yang diuji adalah 0°-40° pada kecepatan aliran *upstream* (V_1) 1.1 -1.6 m/s, kecepatan aliran *upstream* dan sudut *jumping* sebagai variabel tetap. Kecepatan aliran *upstream* divariasikan dengan mengatur putaran pompa, sedangkan sudut *jumping* divariasi dengan pengaturan sudut jumping. Masing-masing kecepatan *upstream* dilakukan pengujian dengan sudut jumping 0°-40°. Pengaturan kecepatan aliran di *upstream* (V_1) dan sudut *jumping* (α), dilakukan pengukuran ketinggian aliran di *upstream* (h_1) dan downstream (h_2), kecepatan aliran di *downstream* (V_2), putaran kincir (N), dan beban (dinamometer). Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mengetahui debit di *upstream* (Q_1) dan *downstream* (Q_2), *head* kecepatan (H_{kec}), *head* kinetik (H_{pot}),

head gross (H_{gr}), daya air (P_{air}), torsi (T), daya kincir (P), putaran (rpm) dan efisiensi kincir (η).

Rancangan pembangkit listrik tenaga pikohidro ini dengan sistem *jumping water* menggunakan kincir air *breastshot*, yang diletakkan pada saluran irigasi dengan ukuran panjang saluran 6 m, pada sisi *upstream* di letakkan *jumping water* dengan bahan plat galvanis, yang digunakan untuk mengatur debit air yang masuk ke dalam sudu kincir untuk mengatur putaran pada kincir, sehingga didapatkan putaran kincir yang maksimal dengan daya dan effisiensi yang tinggi.

Rancangan letak *jumping* di depan kincir pada sisi *upstream* yang dapat mengatur debit air yang masuk ke dalam sudu turbin sehingga didapatkan putaran kincir yang tinggi, untuk mendapatkan sudut *jumping* yang optimum dimnana putaran, daya kincir, effisiensi dan daya listrik yang tinggi maka *jumping water* diatur oleh sensor yang dapat berubah seiring dengan perubahan putaran pada kincir.

Invensi ini memiliki perbedaan yang sangat signifikan jika di bandingkan dengan pembangkit listrik tenaga pikohidro (pltph) yang sudah ada, pltph ini sudah dikembangkan dengan memasang alat pengatur debit air *(jumping water*) yang masuk kedalam sudu turbin untuk mendapatkan kemampuan maksimal dari pembangkit, dan sistim pltph ini dapat digunakan pada saat musim kemarau.

Merujuk pada gambar 1-3 susunan pembangkit listrik tenaga pikohidro adalah terdiri dari kotak saluran air masuk (1) untuk mengalirkan air ke dalam kanal irigasi, sekat kanal (2) sebagai pengarah air ke dalam kanal irigasi, pintu kanal (3) saluran air pada kanal untuk mendapatkan aliran air yang diinginkan, pengatur sudut *jumping water* (4) berupa kran ulir besi untuk mengangkat plat jumping dalam membentuk sudut, plat *jumping water* (5) sebagai pengatur debit air yang masuk kedalam sudu kincir, kincir air breatshot (6) berfungsi sebagai pemutar turbin untuk menghasilkan tenaga putaran

mekanis untuk memutar generator, kanal saluran irigasi (7) yang berfungsi sebagai media pengantar aliran air, puli (8) yang berfungsi untuk menaikkan putaran dari kincir ke putaran generator, generator DC (9) berfungsi untuk menghasilkan listrik DC, inverter (10) berfungsi untuk mengubah tegangan DC menjadi AC, baterai (11) berfungsi untuk menyimpan tenaga listrik.

Mekanisme kerja dari pembangkit listrik tenaga pikohidro ini adalah dimana air yang berasal dari sungai/saluran irigasi di masukkan ke dalam saluran kanal pembangkit untuk selanjut nya aliran air pada kanal digunakan untuk memutar kincir air dimana poros dari kincir air akan dikopel dengan poros generator sehingga akan menghasilkan listrik, sedangkan *jumping water* yang diletakkan di depan kincir air adalah sebagai pengatur aliran energi air yang masuk ke dalam sudu turbin pengaturan aliran energi air diatur dengan mungatur sudut *jumping water* dimulai dari sudut 5° sampai 40° sehingga diharapakan dapat mengalihkan putaran yang tinggi sekalipun aliran energi air yang masuk ke kincir kecil, generator yang digunakan adalah generator DC dengan kapasitas 2000w pada tegangan 12-24 Volt dc.

Hasil uji dari pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan sistem *jumping water* ini dapat meningkatkan putaran kincir yang jika pembangkit ini tidak menggunakan sistim *jumping water* hanya menghasilkan putaran pada kincir sebesar 13-17 rpm, dan ketika ditambahkan *jumping water* maka putaran akan meningkat menjadi 28-38 rpm, dikarenakan energi air pada kanal semakin besar karena efek pemblokiran air pada sisi hulu maka akan meningkatkan energi total dari air mengakibatkan daya, torsi serta effisiensi pada turbin maupun pada generator akan semakin meningkat.

Klaim

1. Suatu pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan sistem *jumping water* yang terdiri dari:

kotak saluran air masuk (1) untuk mengalirkan air ke dalam kanal irigasi;

sekat kanal (2) sebagai pengarah air ke dalam kanal irigasi;

pintu kanal (3) saluran air pada kanal untuk mendapatkan aliran air yang diinginkan;

pengatur sudut *jumping water* (4) berupa kran ulir besi untuk mengangkat plat *jumping water* (5) dalam membentuk sudut;

plat *jumping water* (5) sebagai pengatur jumlah energi air yang masuk kedalam sudu kincir;

kincir air *breastshot* (6) yang berfungsi sebagai pemutar turbin untuk menghasilkan tenaga putaran mekanis untuk memutar generator DC (9);

kanal saluran irigasi (7) yang berfungsi sebagai media pengantar aliran air;

puli (8) yang berfungsi untuk menaikkan putaran dari kincir ke putaran generator;

generator DC (9) dengan kapasitas 2000w untuk menghasilkan listrik 12-24 volt DC;

inverter (10) yang berfungsi untuk mengubah tegangan DC menjadi AC; dan

baterai (11) yang berfungsi untuk menyimpan tenaga listrik,

yang dicirikan dimana,

plat *jumping water* (5) tersebut berada di depan kincir air *breastshot* (6) dengan pengaturan jarak berkisar 0,5 – 1,5 cm dari bibir sudu kincir;

pengatur sudut *jumping water* (4) tersebut mengatur jumlah debit air yang masuk ke dalam sudu kincir dimulai

dari sudut 5° sampai 40°, putaran kincir awal tanpa plat *jumping water* (5) adalah 13-17 rpm dan putaran kincir setelah menggunakan plat *jumping water* (5) meningkat menjadi 28-38 rpm;

kincir air *breastshot* (6) tersebut adalah mesin hidrolik gravitasi yang digunakan untuk ketinggian rendah, menerima air kira-kira setinggi sumbu roda, dengan berat air sebagai kekuatan pendorong pada roda; dan

generator DC (9) tersebut dikopel langsung dengan kincir air menggunakan puli dengan perbandingan 1:20, untuk meningkatkan putaran pada generator.

2. Pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan sistem *jumping water* seperti pada klaim 1, dimana plat *jumping water* (5) tersebut terbuat dari plat galvanis dengan ketebalan 4mm dengan rangka aluminium.

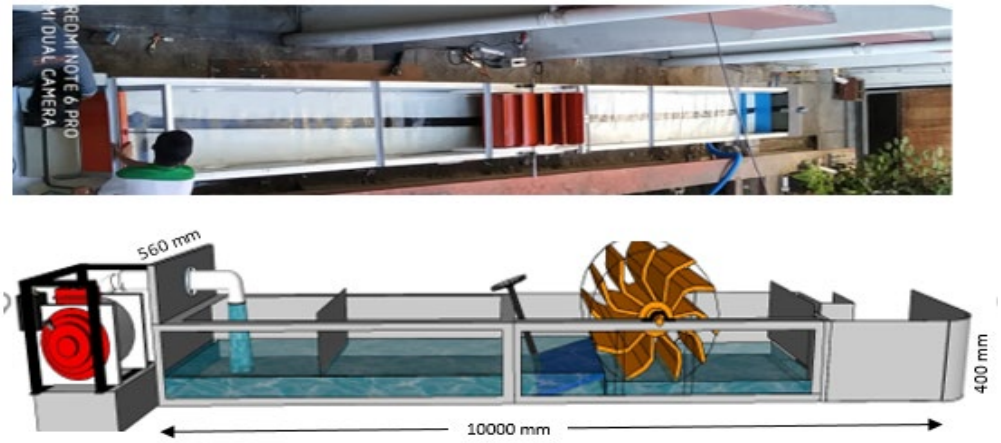
3. Pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan sistem *jumping water* seperti pada klaim 1, dimana kincir air *breastshot* (6) tersebut dibuat dari bahan besi galvanis dengan ketebalan bahan plat sudu 2mm.

Abstrak

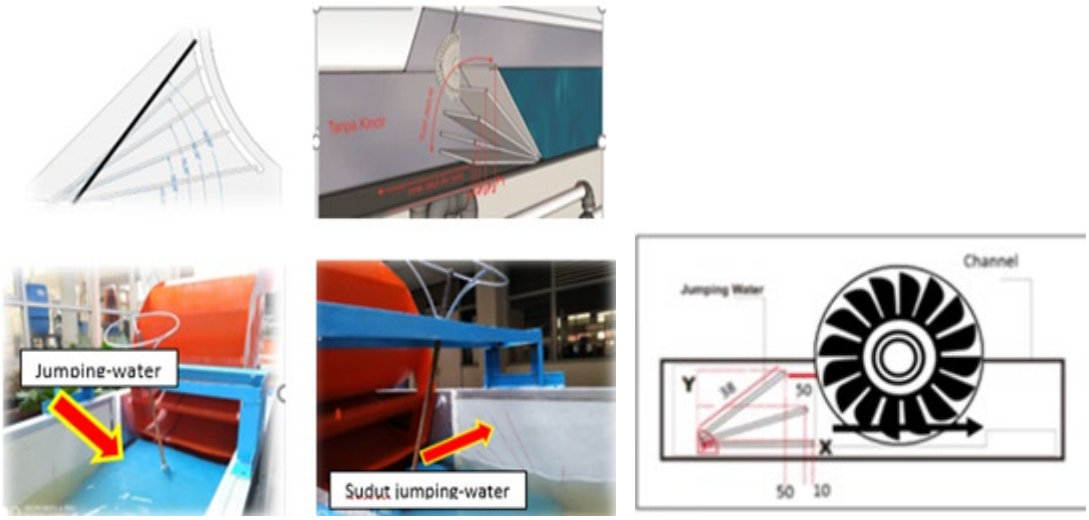
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO

DENGAN SISTEM *JUMPING WATER*

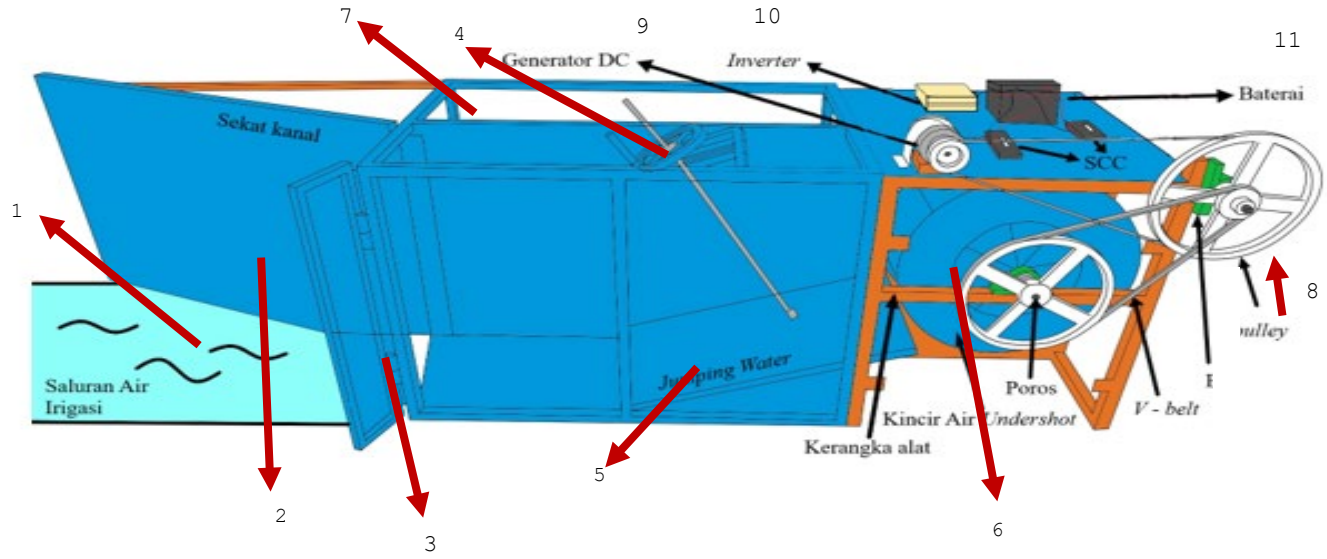
Invensi ini berhubungan dengan kincir air *breastshot* sangat cocok untuk aliran dengan kecepatan dan debit rendah, seperti aliran saluran irigasi. Namun, kinerja kincir konvensional berkurang secara signifikan di saat musim kemarau. Hal ini disebabkan karena aliran berjalan pada kecepatan yang sangat rendah, upaya peningkatan kinerja kincir air dengan meletakkan *jumping water* di depan kincir air *breastshot* sehingga mampu beroperasi pada kecepatan aliran air yang sangat rendah. Kincir air *breastshot* yaitu kincir air yangpercikan air masuk pada titik sumbu kincir. Jenis kincir ini saat ini memiliki potensi eksploitasi listrik yang kecil dengan kecepatan putaran berkisar 13.76 rpm. Sistem kerja pada *jumping water* pada pembangkit listrik tenaga pikohidro yaitu dengan mengatur sudut *jumping* untuk menghasilkan *Head* gross, putaran, torsi yang tinggi serta daya yang besar. Pengujian dilakukan dengan berbagai kecepatan aliran air pada sisi hulu, dimulai dengan sudut 0°, sampai 40°, dengan variabel kecepatan air 1,1 m/det-1,6 m/det. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan *jumping water* mampu meningkatkan $Head_{gross}$ ($Head_{potensial}$) pada saluran irigasi karena bertambahnya kedalaman muka air, dengan meningkatnya $Head_{gross}$ akan meningkatkan daya air, torsi, serta putaran kincir sebesar 38 rpm, dengan efisiensi maksimum 97,12 %. *Jumping water* dapat menjaga kincir air *breastshot* mampu terus beroperasi selama musim kemarau.



Gambar 1



Gambar 2


7
4
9
10
11
Generator DC
Inverter
Baterai
Sekat kanal
SCC
1
8
Saluran Air
Irigasi
Poros
Kincir Air Undershot
V - belt
Kerangka alat
2
3
5
6

Gambar 3