

Rancang Bangun Mesin Pemanen Padi (Musthofa Lutfi, dkk)

RANCANG BANGUN MESIN PEMANEN PADI SATU JALUR

- Musthofa Lutfi, Gunomo Djoyowasito, Ekoyanto Pudjiono, dan R. Fery Agung S.
- Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya
 - Alumni Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya

Abstrak

Panen merupakan tahap akhir dari proses budidaya padi di sawah, salah satu hal yang penting dalam pemanenan padi adalah cara panen. Cara panen dapat digolongkan dalam dua macam yaitu secara tradisional dan mekanis. Secara tradisional panen mempunyai kelemahan dalam kebutuhan tenaga kerja yang banyak serta kapasitas kerja yang rendah sedangkan secara mekanis harga mesin panen yang mahal serta kondisi lahan pertanian di Indonesia yang bergelombang belum memungkinkan digunakannya mesin pemanen mekanis.

Tujuan penelitian ini adalah merancang suatu mesin pemanen padi mekanis satu jalur yang sesuai dengan kondisi lahan pertanian di Indonesia, serta mengujinya pada lahan padi siap panen.

Dari pengujian dan perhitungan didapatkan nilai tahanan guling dari mesin pemanen padi sebesar 454,133 N dan daya untuk menggerakkan mesin maju sebesar 111,01 Watt. Pada pengujian di lapang mesin pemanen padi menunjukkan unjuk kerja yang baik, dimana batang pengarah dan gigi bintang mampu mengarahkan batang tanaman padi ke titik pemotongan, dan kemampuan pisau yang dengan cepat memotong batang tanaman padi. Salah satu fungsi utama yang kurang tercapai adalah kemampuan konveyor menggeser tanaman padi ke sisi luar dari mesin pemanen. Hal ini disebabkan oleh kurangnya kecepatan gerak dari konveyor dan gigi bintang.

PENDAHULUAN

Tanaman padi termasuk genus *Oryza L.* yang meliputi lebih kurang 25 spesies, tersebar di daerah tropik dan daerah subtropika seperti di Asia, Afrika, Amerika dan Australia (Hadrian siregar, 1981).

Padi berasal dari dua benua yaitu *Oryza fatua Koenig* dan *Oryza satifa L* berasal dari benua Asia, sedangkan jenis padi lainnya yaitu *Oryza stapfi Roschev* dan *Oryza glaberrima Steund* berasal dari Afrika Barat (Benua Afrika). *Oryza fatua Koenig* dan *Oryza minuta Presl* berasal dari Himalaya India (Anonymous, 1992).

Setelah melalui beberapa tahap dalam budidaya tanaman padi, panen merupakan tahap akhir penanaman padi di sawah. Bila hasil yang diharapkan telah menjadi kenyataan, berarti buah padi sudah cukup masak dan siap untuk dipanen/ dipetik. Namun pemanenan padi harus

dilakukan pada waktu yang tepat, sebab ketepatan waktu pemanenan berpengaruh terhadap jumlah dan mutu gabah dan berasnya. Panen yang terlambat pada varietas padi yang mudah rontok, akan menurunkan produksi. Sedangkan panen yang terlalu awal menyebabkan mutu buah padi yang kurang baik (Hadrian Siregar, 1981).

Pemanenan padi pada awalnya dilakukan dengan suatu alat penuai tangan. Penuai tangan ini digunakan di Eropa dan Amerika sampai digunakan mesin-mesin yang dihela dengan kuda. Sabit dengan rangka diperkenalkan antara tahun 1776 dan 1800 (Smith dan Wilkes, 1990).

Salah satu hal yang penting dalam pemanenan padi adalah cara panen. Cara panen padi dapat digolongkan menjadi dua macam yaitu cara tradisional dan cara mekanis. Secara tradisional alat yang

Rancang Bangun Mesin Pemanen Padi (Musthofa Lutfi, dkk)

digunakan adalah ani-ani dan sabit, secara mekanis panen padi dilakukan dengan *reaper, binder, mini combine* dan *combine*. (Rachmadiono, 1996)

Proses pemanenan padi dengan ani-ani dan sabit masih dilakukan oleh karena belum adanya suatu alat mesin pemanen padi yang sesuai dengan lahan pertanian yang ada di Indonesia, dimana lahan pertanian di Indonesia rata-rata sempit dengan kondisi topografi yang bergelombang. Mesin-mesin pemanen terpadu (*combine harvester*) belum memungkinkan untuk digunakan pada lahan-lahan tersebut.

Tujuan dari penelitian adalah merancang mesin pemanen padi satu jalur, manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk menyediakan mesin pemanen padi untuk jenis pekerjaan serta kondisi lahan yang secara teknis tidak dapat dijangkau mesin pemanen terpadu (*combine harvester*) serta meningkatkan kapasitas panen padi. Penelitian dibatasi pada rancangan fungsional mesin pemanen padi.

METODE PENELITIAN

Peralatan yang digunakan untuk merancang mesin pemanen padi adalah: satu set peralatan gambar teknik, kertas gambar, satu set kunci pas, kunci ring, mistar, rolmeter, gergaji besi, mesin bor, mesin bubut, mesin gerinda dan peralatan las.

Bahan yang digunakan adalah: motor bakar 4 langkah 4 HP, besi siku ukuran 30 mm, besi plat 1mm, 4 mm dan 5 mm, besi strip 2 mm, pipa besi bengan diameter 1 dan $\frac{3}{4}$ inchi, besi poros $\frac{1}{2}$ dan $\frac{3}{4}$ inchi, beton esser, pisau gergaji piringan, bantalan peluru, rumah bantalan, rantai dan sproket, kawat las, dua pasang roda gigi kerucut, sabuk V, puli alumunium dan konveyor karet serta sebidang lahan siap panen untuk pengujian.

Rancangan Fungsional dan Struktural

1. Memotong batang tanaman padi.

Fungsi mesin panen yang pertama adalah memotong batang tanaman padi. Fungsi pemotongan ini dilakukan oleh pisau rotari piringan yang mendapatkan tenaga dari mesin motor bakar dengan perantaraan transmisi belt-pulli serta pasangan roda gigi.

2. Memegang batang tanaman padi.

Mesin panen padi dirancang untuk dapat memegang batang tanaman padi sebelum terpotong. Fungsi ini berguna agar batang tanaman padi yang akan terpotong tidak terlempar serta mengurangi kemungkinan adanya batang tanaman padi yang tidak terpotong serta kehilangan gabah. Fungsi memegang dilakukan oleh batang pengarah dan gigi bintang.

3. Memindahkan batang tanaman padi.

Setelah batang tanaman padi terpotong maka tanaman padi dipindahkan atau digeser letaknya ke sisi luar dari mesin pemanen agar tidak menumpuk di depan mesin dan akan dikumpulkan oleh operator lain. Fungsi pemindahan ini dilakukan oleh sabuk konveyor yang digerakkan oleh poros gigi bintang serta bagian kerangka mesin.

Prosedur Pengujian Lapangan

Pelaksanaan pengujian di lapang akan memberikan data yang aktual dari pengoperasian mesin pemanen, kapasitas kerja, tingkat kerontokan, dan tingkat mobilitas mesin pemanen. Prosedur pelaksanaan dari pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan lahan tanaman padi yang telah siap panen.
- b. Menyiapkan mesin pemanen dan alat pengujian lainnya.
- c. Mengukur luas lahan tanaman padi.
- d. Mengukur jarak antar tanaman padi.
- e. Menyesuaikan lebar jarak antara dua pengarah dengan jarak tanam tanaman padi.

Rancang Bangun Mesin Pemanen Padi
(Musthofa Lutfi, dkk)

- f. Mengoperasikan mesin pemanen dan melakukan pengamatan pada beberapa parameter yang telah ditentukan.
- g. Melakukan evaluasi dan perbaikan desain pada bagian-bagian mesin pemanen yang berfungsi kurang optimal.

Perhitungan Teknis Mesin Pemanen Padi

1. Kebutuhan Bahan Bakar

Kebutuhan bahan bakar dinyatakan dalam satuan volume per satuan waktu (ml/detik atau liter per menit). Penentuan nilai kebutuhan bahan bakar dilakukan dengan menggunakan *fuel meter* dan *stop watch* dengan persamaan sebagai berikut :

$$F_c = \frac{BB}{t} \dots\dots\dots(1)$$

2. Perhitungan Kecepatan Gerak

Kecepatan gerak diperoleh dengan menggunakan *stop watch* untuk mengukur waktu perjalanan dalam menempuh jarak tertentu. Menurut Sears dan Zemansky (1994), perhitungan kecepatan gerak berdasarkan persamaan berikut.

$$v = \frac{s}{t} \dots\dots\dots(2)$$

3. Gaya untuk Memotong Bayang Tanaman Padi

Gaya untuk memotong batang tanaman padi diperhitungkan untuk mengetahui besarnya gaya yang dibutuhkan untuk memotong batang tanaman padi. Besarnya gaya untuk memotong batang tanaman padi diukur dengan menggunakan peralatan *Brazilian test*.

4. Titik Berat

Titik berat diperhitungkan untuk dapat diketahui bahaya guling atau stabilitas mesin pemanen terhadap kemiringan lahan. Titik berat ini diperhitungkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

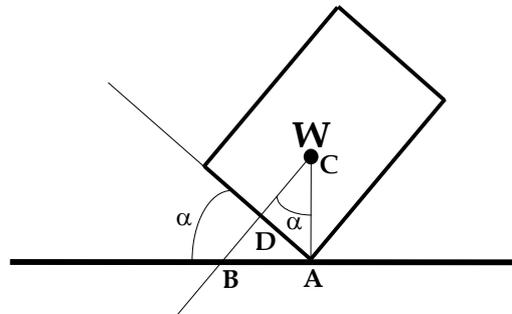
$$X \sum_{i=1}^n w = \sum_{i=1}^n Xw \dots\dots\dots(3)$$

$$Y \sum_{i=1}^n w = \sum_{i=1}^n Yw \dots\dots\dots(4)$$

$$Z \sum_{i=1}^n w = \sum_{i=1}^n Zw \dots\dots\dots(5)$$

5. Sudut Guling

Perhitungan sudut guling (α) didasarkan atas pusat beban mesin seperti pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Perhitungan sudut guling
Lihat segitiga ABC dan ABD

$$\begin{aligned} \angle BAC &= \angle BDA \\ \angle ABC &= \angle DBA, \\ \text{sehingga} \\ \angle ACB &= \angle DAB \\ \tan \alpha &= \frac{DA}{DC} \\ \alpha &= \text{inv. tan } \alpha \end{aligned}$$

6. Perhitungan Daya untuk Menggerakkan Mesin Pemanen.

Besarnya daya yang diperlukan untuk menggerakkan mesin pemanen padi (D_g) diperhitungkan berdasarkan Persamaan 6, di bawah ini :

$$D_g = R_r \cdot v \dots\dots\dots(6)$$

Kecepatan mesin (v) ditetapkan sebesar 2,5 km jam⁻¹ sesuai dengan

Rancang Bangun Mesin Pemanen Padi (Musthofa Lutfi, dkk)

kecepatan jalannya operator di lapangan. Wong (1978), menerangkan besarnya nilai tahanan guling (R_r) ditentukan berdasarkan Persamaan 7 berikut :

$$R_r = F_r \left(\frac{L}{uh} + 1 \right) - \frac{I_1}{h} W \dots\dots\dots$$

..(7)

Besarnya gaya tarik roda sangkar diperhitungkan berdasarkan persamaan di bawah ini :

$$F_r = b_1 \left(\frac{1}{2} y_s h_1^2 \phi + 2Ch_1 \sqrt{\phi} \right) \times 2$$

.(8)

PEMBAHASAN DAN HASIL

Analisis Fungsional dan Struktural

1. Memegang dan Mengarahkan Batang Tanaman Padi.

Mesin pemanen padi dirancang untuk dapat memegang batang tanaman padi sebelum terpotong. Dengan terpegangnya batang tanaman padi sebelum terpotong akan mengurangi terjadinya kerontokan gabah yang lebih besar, mengurangi terlemparnya batang tanaman padi oleh akibat gaya potong pisau dan mengurangi kemungkinan batang tanaman padi yang tidak terpotong. Fungsi memegang pada mesin pemanen padi hasil rancangan dilakukan oleh batang pengarah dan gigi bintang.

Fungsi memegang dan mengarahkan dapat berjalan dengan baik, dimana rumpun demi rumpun batang tanaman padi dapat diarahkan dengan baik ke titik potong untuk selanjutnya dipotong oleh pisau pemotong.

Batang pengarah terdiri dari dua bagian yang jarak diantara keduanya bisa diperbesar atau diperkecil untuk menyesuaikan dengan besarnya rata-rata rumpun tanaman padi. Pada pengujian di lapang lebar batang pengarah ditentukan sebesar 5 cm sesuai dengan diameter rata-rata rumpun tanaman padi ketan yang dipanen.

2. Memotong Batang Tanaman Padi.

Fungsi pemotongan merupakan fungsi kedua dari mesin pemanen padi. Fungsi pemotongan ini dilakukan oleh pisau rotari piringan yang digerakkan oleh motor bakar dengan perantaraan transmisi sabuk-puli dan pasangan roda gigi.

Pada pengujian di lapang menunjukkan pisau rotari piringan mampu memotong batang tanaman padi dengan cepat pada ketinggian 10 cm dari permukaan tanah sesuai dengan letak pemasangan pisau pada mesin pemanen padi. Ketinggian titik pemotongan ini bisa diubah dengan meninggikan atau menurunkan posisi pisau pada porosnya.

Beberapa hal yang memegang peranan penting dalam proses pemotongan adalah ketajaman pisau, kecepatan putar pisau dan torsi dari pisau rotari piringan. Pada uji coba pertama sebelum dilakukan penajaman pada gigi-gigi pisau didapatkan hasil yang kurang baik dari proses pemotongan. Kurang baiknya hasil pemotongan dapat dilihat dari bekas potongan pada batang tanaman padi yang tidak teratur dan titik potong cenderung bergeser dari yang seharusnya.

Kecepatan putar pisau sebesar 2800 rpm telah mencukupi untuk proses pemotongan, terbukti dengan terpotongnya satu rumpun batang tanaman padi dengan cepat. Ada kemungkinan pisau mampu memotong dengan baik pada kecepatan di bawah 2800 rpm. Namun karena 2800 rpm merupakan putaran terendah (putaran langsung motor bakar) sehingga tidak bisa dicoba putaran yang lebih rendah dari 2800 rpm. Sedangkan putaran diatas 2800 rpm tidak dilakukan untuk mengurangi terjadinya getaran yang lebih besar dan penghematan bahan bakar, disamping itu pada putaran 2800 rpm rumpun batang tanaman padi telah terpotong dengan cepat.

Torsi merupakan hal yang penting dalam proses pemotongan. Apabila torsi pisau pemotong kecil ada kemungkinan pisau pemotong akan macet tidak mampu melawan gaya dari batang tanaman padi.

Rancang Bangun Mesin Pemanen Padi (Musthofa Lutfi, dkk)

3. Memindahkan Batang Tanaman Padi.

Setelah batang tanaman padi terpotong, batang tanaman padi dipindahkan ke sisi luar dari mesin pemanen oleh gigi bintang, konveyor serta bagian bawah kerangka. Pemindahan ini bertujuan agar batang tanaman padi tidak menumpuk di depan mesin dan selanjutnya akan diambil oleh operator lain untuk dikumpulkan.

Konveyor pemindah batang tanaman padi digerakkan oleh poros dari roda bintang. Terdapat dua buah konveyor dimana salah satunya pasif. Konveyor pasif hanya akan bergerak apabila terdapat batang/ rumpun tanaman padi yang terselip diantara dua konveyor. Kecepatan gerak konveyor tergantung dari kecepatan maju roda penggerak, gerak dari roda penggerak ditransmisikan ke konveyor melalui perantaraan rantai-sproket dan pasangan roda gigi kerucut.

Pada pelaksanaan penelitian di lapang, fungsi pemindahan batang tanaman padi oleh konveyor tidak berfungsi optimal. Hal ini disebabkan oleh kurangnya kecepatan gerak konveyor. Kecepatan gerak konveyor dipengaruhi oleh kecepatan jalan operator. Pada saat operator berhenti maka gerak dari konveyor juga terhenti sehingga mengakibatkan gerak menggeser batang tanaman padi juga berhenti. Dengan demikian terdapat penumpukan batang tanaman padi hasil pemotongan pisau di depan mesin pemanen.

Hasil Pengujian Mesin Pemanen Padi

1. Konsumsi Bahan Bakar (F_c)

Kebutuhan bahan bakar dinyatakan dalam satuan volume per satuan waktu (ml/dt). Penentuan bahan bakar dilakukan dengan menggunakan *fuel meter* dan *stop watch*. Sesuai dengan Persamaan 1 didapatkan konsumsi bahan bakar mesin pemanen padi selama operasi adalah 0,064 ml/dtk.

Dari hasil perhitungan didapatkan data pemakaian bahan bakar yang relatif kecil, ini menunjukkan karakter motor bakar 4 langkah yang lebih irit dalam konsumsi bahan bakar dibandingkan dengan mesin 2 langkah.

2. Kecepatan Gerak (v)

Kecepatan gerak diperoleh dengan menggunakan *stop watch* untuk mengukur waktu perjalanan dalam menempuh jarak tertentu. Kecepatan gerak mesin pemanen padi dihitung dengan menggunakan Persamaan 2. Dari hasil perhitungan kecepatan gerak mesin pemanen padi di lahan tanpa melakukan pemotongan didapatkan sebesar nilai 1,4 m/dtk atau 5,04 km/jam sedangkan kecepatan gerak dengan melakukan pemotongan sebesar 0,88 km/jam.

Kecepatan gerak mesin pemanen padi dipengaruhi oleh kemampuan operator mengoperasikan mesin pemanen padi. Semakin terampil operator maka akan semakin cepat gerak mesin pemanen padi di lahan. Kondisi tanah dari lahan panen juga berpengaruh terhadap kecepatan gerak dari mesin pemanen padi. Dimana pada lahan kering kecepatan gerak dari mesin pemanen akan lebih tinggi daripada pada lahan yang basah.

3. Daya Untuk Memotong Batang Tanaman Padi

Daya untuk memotong batang tanaman padi dihitung untuk mengetahui besarnya daya yang dibutuhkan oleh pisau pemotong untuk memotong batang tanaman padi. Untuk mengetahui daya yang dibutuhkan pisau pemotong dihitung dengan menghitung gaya batang tanaman padi dengan peralatan *Brasillian test*. Yaitu dengan meletakkan batang tanaman padi pada peralatan *Brasillian test* dan menekannya sampai dengan terpotongnya batang tanaman padi. Namun dari pengamatan diketahui bahwa gaya yang diberikan oleh batang tanaman padi tidak terbaca oleh peralatan *Brasillian test* oleh

Rancang Bangun Mesin Pemanen Padi (Musthofa Lutfi, dkk)

karena terlalu kecilnya gaya yang diberikan oleh batang tanaman padi. Dengan demikian daya yang dibutuhkan oleh pisau pemotong tidak bisa diketahui.

4. Pusat Beban (Titik Berat)

Perhitungan pusat beban benda 3 dimensi dapat diperoleh dengan membagi benda dalam bagian-bagian kecil dalam suatu berat (W) atau massa (m). Jika benda mempunyai bahan yang homogen maka pusat beban dapat disetarakan dengan pusat volume. Cara lain adalah dengan mencari titik potong dari diagonal ruang benda yang bersangkutan. Perhitungan pusat beban ini mengikuti Persamaan 3, 4, dan 5.

Berdasarkan perhitungan dari Persamaan 3, 4, dan 5 pusat beban mesin berada pada koordinat $X = 22,12$ cm; $Y = 1,1$ cm; dan $Z = 24,44$ cm.

5. Keseimbangan Mesin Pemanen Padi

Dari pusat beban yang telah diketahui dapat diduga besarnya nilai dari sudut guling mesin. Sudut guling ini merupakan sudut yang menyebabkan mesin berada pada keseimbangan labil apabila mesin mencapai sudut kemiringan tersebut. Berdasarkan perhitungan seperti pada Gambar 1, sudut guling mesin ke arah kiri adalah $45,2^{\circ}$ dan sudut guling mesin ke arah kanan adalah $47,186^{\circ}$.

6. Tahanan Guling (R_g)

Tahanan guling adalah besarnya tenaga yang dibutuhkan untuk menggerakkan mesin. Nilai ini didapat dengan cara menarik mesin ke arah depan dan kita ukur gaya yang dibutuhkan dengan *dynamometer*. Selain itu bisa juga dengan menggunakan perhitungan teknis dengan menggunakan Persamaan 7.

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai tahanan guling dari mesin pemanen padi sebesar 454,133 N.

7. Kebutuhan Daya untuk Menggerakkan Mesin Pemanen Padi (D_g)

Kebutuhan daya untuk menggerakkan mesin maju dihitung dengan Persamaan 6. Oleh karena kecepatan jalan mesin sesuai kecepatan jalan operator sebesar 0,88 km/jam maka daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan mesin maju adalah sebesar 111,01 Watt atau setara dengan 0,148 HP.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hasil rancang bangun mesin pemanen padi terdiri dari bagian-bagian utama yaitu: Motor penggerak, rangka/ frame, sistem transmisi penggerak pisau dan konveyor, pisau pemotong, roda penggerak, dan sistem kemudi. Berdasarkan analisa fungsional dan struktural pada mesin pemanen masih didapatkan kekurangan pada sistem konveyor pemindah batang tanaman padi.
2. Mesin pemanen padi mampu berfungsi baik pada proses pemotongan padi dan pengarahannya sebelum terpotong. Fungsi utama yang tidak tercapai adalah proses pemindahan batang tanaman padi terpotong. Hal ini disebabkan oleh kurangnya kecepatan gerak dari konveyor.
3. Mesin pemanen padi mempunyai pusat beban pada koordinat 22,12 cm; 1,1 cm; dan 24,44 cm. Pusat beban mempengaruhi kestabilan saat mesin pemanen bekerja. Dari pusat beban diketahui nilai sudut guling sebesar $45,2^{\circ}$ ke arah kiri dan $47,186^{\circ}$ ke arah kanan.
4. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai tahanan guling dari mesin pemanen sebesar 454,133 N. Dari nilai tahanan guling yang tersebut didapatkan daya untuk menggerakkan mesin maju sebesar 111,01 Watt atau 0,148 HP.

Rancang Bangun Mesin Pemanen Padi
(Musthofa Lutfi, dkk)

5. Mesin pemanen mempunyai kecepatan gerak sebesar 0,88 Km/Jam. Kecepatan maju ini sangat dipengaruhi oleh ketrampilan operator dan juga kondisi lahan panen.
6. Kebutuhan daya yang digunakan untuk memutar pisau pemotong pada mesin pemanen tidak bisa dihitung oleh karena tidak terbacanya gaya dari batang tanaman padi pada peralatan *Brasillian test*

Elemen Mesin. PT. Pradnya
Paramita. Jakarta.

Saran

Secara umum masih banyak kekurangan pada mesin pemanen hasil rancangan sehingga perlu dilakukan perbaikan-perbaikan untuk menyempurnakan kinerja dari mesin pemanen ini. Perbaikan terutama dilakukan pada desain sistem konveyor agar mampu memindahkan batang tanaman padi dengan lebih baik. Selain itu perlu penelitian lebih lanjut untuk kinerja mesin seperti perhitungan daya transmisi dan daya motor, kecepatan gerak konveyor, kecepatan kerja per hektar dan tingkat kehilangan gabah akibat penggunaan mesin pemanen satu jalur ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 1992, **Budidaya Tanaman Padi**. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Hadrian S., 1981. **Budidaya Tanaman Padi**, Bina Aksara, Jakarta
- Rachmadiono, S., 1996, *Diktat Kuliah Mesin Peralatan*, Jurusan Mekanisasi Pertanian Universitas Brawijaya, Malang
- Smith, H.P. dan Lambert Henry Wilkes, 1990. **Mesin dan Peralatan Usaha Tani**. Edisi keenam (Terjemahan). Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sularso dan Kiyokatsu Suga, 1994. **Dasar Perencanaan dan Pemilihan**