

Analisis Kebijakan Pengembangan Industri Bahan Bakar Nabati Bioetanol Dari Ubi Kayu dengan Menggunakan Pemodelan Matematika*

DANANG AHMAD R., CAHYADI NUGRAHA, HENDANG SETYO R.

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: danangahmadromadhoni@gmail.com

ABSTRAK

Sumber energi yang saat ini digunakan di Indonesia merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui. Jika energi ini digunakan terus menerus akan mengalami kelangkaan. Oleh sebab itu perlu adanya pengalihan sumber energi ke sumber energi yang dapat diperbaharui. Bioetanol merupakan salah jenis bahan bakar yang dapat dikembangkan. Bahan baku bioetanol yang sering ditemukan di Indonesia adalah ubi kayu. Pemanfaatan ubi kayu tersebut akan terlaksana dengan baik jika didukung oleh kebijakan yang dapat disesuaikan dengan kondisi yang ada. Perumusan kebijakan dapat dilakukan dengan mengembangkan suatu model kebijakan yang digunakan sebagai analisis alternatif-alternatif kebijakan dengan berbagai skenarionya. Berdasarkan uraian tersebut maka masalah penelitian ini akan membahas tentang usulan skenario kebijakan yang mendukung pemanfaatan ubi kayu sebagai sumber energi bioetanol.

Kata kunci: Kebijakan, Energi, Bioetanol, Skenario

ABSTRACT

Energy sources currently used in Indonesia are unrenewable energy. If such energy used continuously it will be scarcity. We need to transform energy sources from unrenewable to renewable energy sources. Bioethanol is one type of fuel that can be developed. Raw materials to produced bioethanol in Indonesia are cassava. Utilization of cassava will be done well if it is supported by a policy that can be adapted to existing conditions. Policy formulation can be done by developing a policy model that is used in analyzing policy alternatives with various scenarios. Based on the stretcher on the problem this thesis research will discuss about the proposed policy scenarios that support the use of cassava as an energy source bioethanol.

Keyword: Policy, Energy, Bioethanol, Scenario

* Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional.

1. PENDAHULUAN

Minyak bumi sampai sekarang masih digunakan sebagai pilihan sumber energi utama untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri. Meskipun demikian perlu disadari bahwa jumlah cadangan minyak bumi Indonesia akan semakin berkurang setiap periodenya. Adanya kelangkaan energi minyak bumi dimasa mendatang ditanggapi pemerintah Indonesia dengan mengeluarkan Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2006 tentang kebijakan energi. Dalam Bab II Pasal 2 PP No. 5 Tahun 2006 disebutkan bahwapemenuhan konsumsi energi di Indonesia ditargetkan berasal dari *biofuel* yang jumlahnya sebesar 5% dari total konsumsi energi.

Salah satu energi *biofuel* yang saat ini dikembangkan adalah bioetanol (C_2H_5OH). Bioetanol mampu menghasilkan angka oktan yang tinggi, sehingga ketika dicampurkan dengan bahan bakar fosil (*gasoline*) efisiensi bahan bakar meningkat dan dapat menutupi kepadatan energi yang rendah jika dibandingkan dengan bensin.

Bioetanol lebih ramah lingkungan dibandingkan minyak bumi karena mempunyai rantai karbon yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar fosil. Penggunaan energi ramah lingkungan juga menjadi perhatian pemerintah Indonesia, mengingat saat ini Indonesia menempati urutan ketiga setelah Amerika dan Cina dalam hal produksi emisi gas rumah kaca (BPPT, 2012).

Bioetanol dapat dihasilkan dari tanaman bergula dan berpati seperti tebu, nira aren, jagung, dan ubi-ubian. Menurut *roadmap* bioetanol, salah satu potensi untuk pembuatan bioetanol di Indonesia adalah ubi kayu (*manihot esculenta*), (Prihandana., dkk, 2007). Pemanfaatan ubi kayu sebagai bahan baku bioetanol cukup potensial mengingat lahan ubi kayu cukup luas sekitar 1.205.440 hektar dengan produksi per tahun sebesar 21.990.381 ton (BPS, 2010). Selain itu, biaya penanaman dan pengolahan ubi kayu sangat murah karena dapat tumbuh di daerah dataran rendah, dataran tinggi, maupun kurang subur.

Bahan bakar bioetanol pada tahun 2007 pernah diuji coba di dua kota besar di Indonesia yaitu Jakarta dan Surabaya. Pada saat itu suplai bioetanol didapatkan dari perusahaan pabrik gula dari tebu di daerah Jawa Tengah dan Jawa Timur. Namun pada tahun 2010 produksi bahan bakar jenis ini dihentikan karena adanya kekurangan suplai (Tempo, 2012). Kekurangan suplai ini diakibatkan harga bioetanol untuk ekspor lebih besar dari pada pasar domestik. Harga untuk ekspor bioetanol berbahan baku ubi kayu mencapai Rp. 12.000,00 dan untuk dalam negeri dijual Rp. 8.000,00 dari biaya produksi Rp. 5.712,00. Pada saat ini pengembangan ubi kayu sebagai bioetanol belum terlaksana sepenuhnya, sehingga pemanfaatannya belum optimal.

2. PERMASALAHAN

Pemanfaatan ubi kayu sebagai bahan baku bioetanol cukup potensial mengingat lahan ubi kayu cukup luas, yaitu sekitar 1.205.440 hektar dengan produksi pertahun sebesar 21.990.381 ton (BPS, 2010). Pemanfaatan ubi kayu tersebut akan terlaksana dengan baik jika didukung oleh kebijakan yang dapat disesuaikan dengan kondisi yang ada. Setiap penerapan kebijakan akan mempunyai dampak terhadap kondisi lingkungan. Oleh sebab itu, diperlukan perumusan kebijakan yang dapat dilakukan dengan mengembangkan suatu model yang dapat digunakan sebagai analisis alternatif-alternatif kebijakan dengan berbagai skenario. Penelitian ini membahas usulan skenario kebijakan pemanfaatan ubi kayu sebagai sumber energi bioetanol. Usulan tersebut dikembangkan dari sudut pandang pengambil

kebijakan, dalam hal ini pemerintah khususnya Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dan Kementerian Pertanian dan Kehutanan.

Alat bantu penyusunan analisis kebijakan salah satunya dengan mengembangkan model matematika untuk menyelesaikan suatu masalah. Model adalah salah satu representasi atau formulasi dalam bahasa tertentu (yang disepakati) dari sesuatu sistem nyata (realitas). Jadi, model merupakan rencana, representasi, atau deskripsi yang menjelaskan suatu objek, sistem, atau konsep, yang seringkali berupa penyederhanaan atau idealisasi.

Pemodelan dari sistem yang dibuat disajikan dalam bentuk model matematika. Model matematika merupakan suatu ekspresi kuantitatif mengenai hubungan-hubungan antara berbagai komponen sistem (Daellebach, 1994). Model yang dirancang diharapkan dapat mempresentasikan sistem yang dibuat sehingga diharapkan dapat menghasilkan usulan-usulan skenario kebijakan pemanfaatan ubi kayu sebagai sumber energi bahan bakar nabati.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan

Penyusunan kebijakan dilakukan dengan menggunakan pemodelan matematika. Komponen-komponen yang akan mempengaruhi kebijakan disusun dalam suatu rangkaian sistem. Komponen tersebut dibagi berdasarkan aspek sistem *input*, komponen, dan *output* sistem. Pemodelan sistem disusun berdasarkan sudut pandang pengambil keputusan yaitu pemerintah sehingga peran pemerintah akan menjadi faktor penting dalam penyusunan model matematika.

3.2 Sistematika

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perumusan Masalah
Perumusan kebijakan dapat dilakukan dengan mengembangkan suatu model kebijakan yang memungkinkan penyusunan skenario-skenario kebijakan.
2. Studi Literatur
Mengumpulkan hasil penelitian sebelumnya dan teori yang relevan yang akan digunakan dalam pemecahan masalah.
3. Identifikasi Sistem
Identifikasi sistem meliputi penentuan sistem yang diteliti, *decision maker*, *boundary system*, dan penentuan faktor-faktor yang mempengaruhi *output*.
4. Perancangan Model
Perancangan model dalam bentuk model konseptual yang hubungan antar digambarkan melalui *influence diagram*. Kemudian dilakukan penyusunan model matematika. Model yang dikembangkan dibatasi dengan tidak mengakomodasi umpan balik karena dapat menjadikan model menjadi sistem dinamis.
5. Pengembangan Alternatif-Alternatif Kebijakan dan Analisis Skenario
Pengembangan skenario kebijakan dilakukan dengan mengubah nilai input model.
6. Pencarian Solusi Model
Pencarian solusi model untuk berbagai kondisi yang telah dirancang sebelumnya.
7. Kesimpulan dan Saran
Kesimpulan merupakan jawaban dari tujuan penelitian dan saran bagi penelitian selanjutnya.

4. PENGEMBANGAN MODEL

4.1 Diskripsi Sistem

Penggunaan energi terbarukan perlu digalakan kembali, salah satunya dengan bioetanol dari ubi kayu. Sebagai antisipasi kegagalan seperti pada tahun sebelumnya maka diperlukan suatu skema pengolahan bioetanol dan sistem pendistribusian skala nasional yang baik. Hal tersebut dapat diwujudkan dengan membuat kebijakan-kebijakan yang mampu mengendalikan penggunaan bioetanol sebagai BBN.

4.2 Identifikasi *Decision Maker*, Ukuran, dan Faktor Penentu Performansi

Pemerintah dan Pertamina mempunyai peran penting dalam penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar. Pemerintah bertindak sebagai pemberi kebijakan dan pengawasan, sedangkan Pertamina sebagai pelaksana kegiatan. Pemerintah, dalam hal ini Kementerian Energi Sumber Daya Mineral dan Kementerian Pertanian dan Kehutanan, akan terlibat secara langsung dalam sistem yang diteliti. Kementerian ESDM bertindak sebagai pengatur kebijakan penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar seperti penentuan kapasitas produksi dan pengaturan campuran antara BBN dan BBM. Kementerian Pertanian dan Kehutanan mengatur penggunaan lahan sebagai lahan tanam bahan baku, baik dari lahan yang sudah ada ataupun pembukaan lahan baru, sehingga persentase kebutuhan bioetanol sebagai substitusi bahan bakar kendaraan bermotor sebagai ukuran performansi sistem dapat tercapai dengan baik.

4.3 Identifikasi Alternatif-Alternatif Kebijakan

Faktor yang berpengaruh pada sistem adalah kebijakan yang diterapkan, lahan tanam ubi kayu, produktifitas hasil panen dari ubi kayu, dan jumlah penduduk. Faktor yang mempengaruhi sistem sebagian merupakan input yang tidak dapat dikendalikan dan sisanya input yang dapat dikendalikan. Kebijakan yang dilakukan pemerintah merupakan input yang dapat dikendalikan, sedangkan faktor lahan, jumlah penduduk, dan produktifitas panen merupakan input yang tidak dapat dikendalikan.

4.4 Perancangan Model

Perancangan model dibagi menjadi dua tahap. Tahap pertama menggambarkan hubungan antara aspek sistem (*input*, *output*, dan komponen sistem) dan komponen ke dalam model konseptual dengan menggunakan *influence diagram*. Kemudian model konseptual tersebut diformulasikan ke dalam model matematika. Perancangan model selanjutnya dibagi kembali berdasarkan keterkaitan dengan waktu yaitu tahap perancangan model secara statis dan dinamis. Model secara statis menjelaskan satu tahapan perkembangan dalam satu tahun, sedangkan model secara dinamis menjelaskan beberapa tahapan perkembangan dalam rentang waktu yang telah ditentukan.

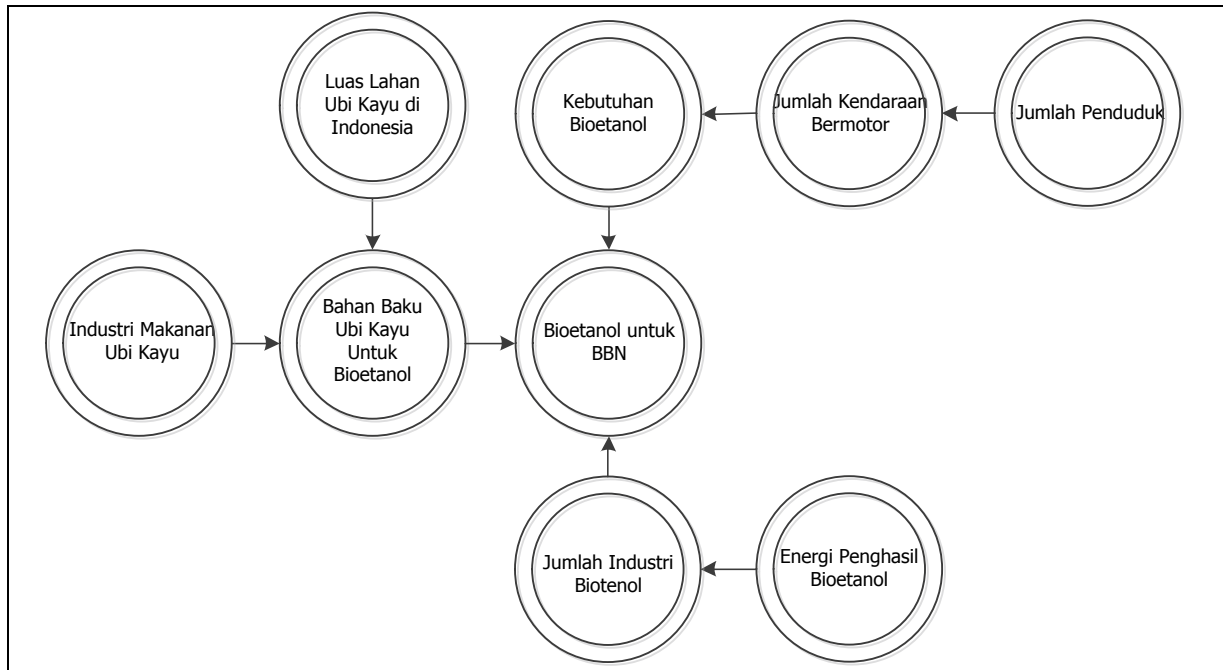
Penggambaran model secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 1. Model terdiri atas produksi ubi kayu, konsumsi ubi kayu, jumlah penduduk, jumlah kendaraan bermotor, kebutuhan bioetanol, energi penghasil bioetanol, jumlah industri bioetanol, dan bioetanol untuk Bahan Bakar Nabati.

Sebagai contoh penjelasan dari Gambar 1 diuraikan 3 komponen dalam model yaitu jumlah penduduk, luas lahan ubi kayu, dan bioetanol untuk BBN masing-masing pada Gambar 2, 3, dan 4.

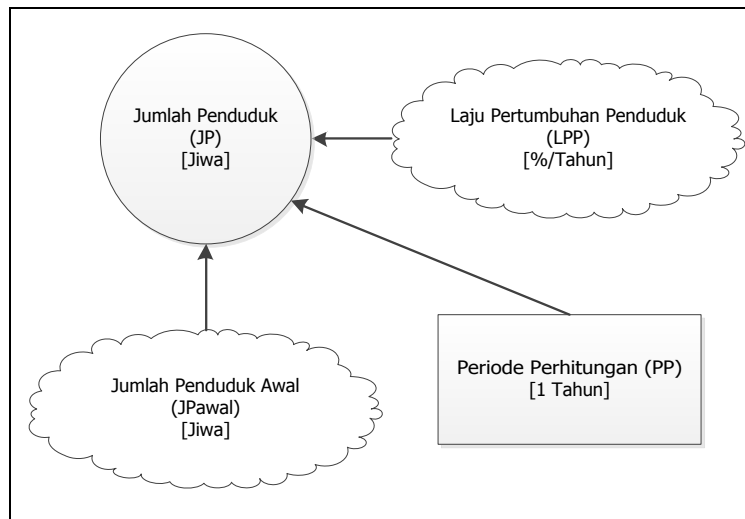
Rumus untuk jumlah penduduk adalah:

$$JP = (JP_{awal} \times LPP \times PP) + JP_{awal} \quad (1)$$

Analisis Kebijakan Pengembangan Industri Bahan Bakar Nabati Bioetanol Dari Ubi Kayu dengan Menggunakan Pemodelan Matematika



Gambar 1. Rancangan Model Keseluruhan



Gambar 2. Model Jumlah Penduduk

Rumus pada model luas lahan ubi kayu adalah:

$$LHPKT = LHPK \times (1 - FAFHL) \quad (2)$$

$$LLB = LHPKT \times PPLB \quad (3)$$

$$LLT = (LLT_{awal} \times RAFLS \times PP) - LLT_{awal} \quad (4)$$

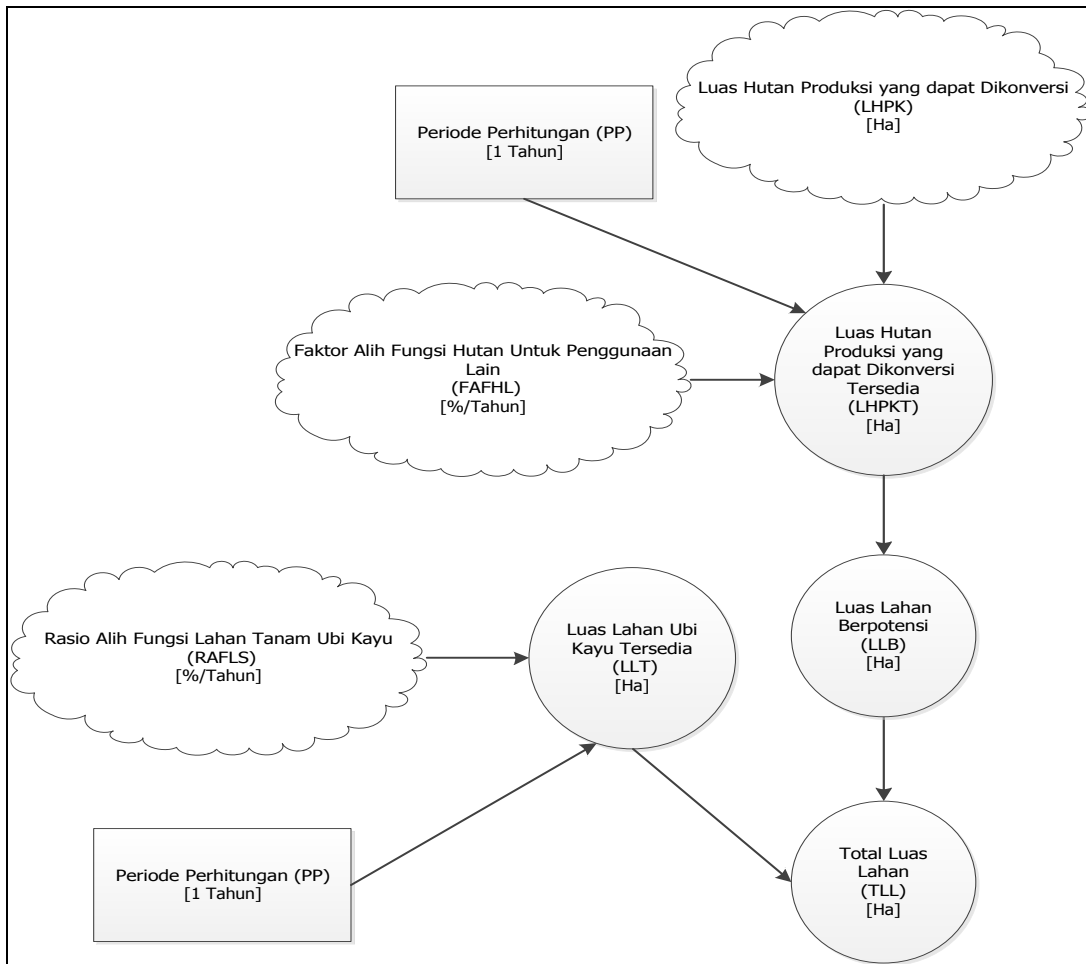
$$TLL = LLB + LLT \quad (5)$$

Rumus untuk presentase kecukupan bioetanol yang dapat dipenuhi adalah:

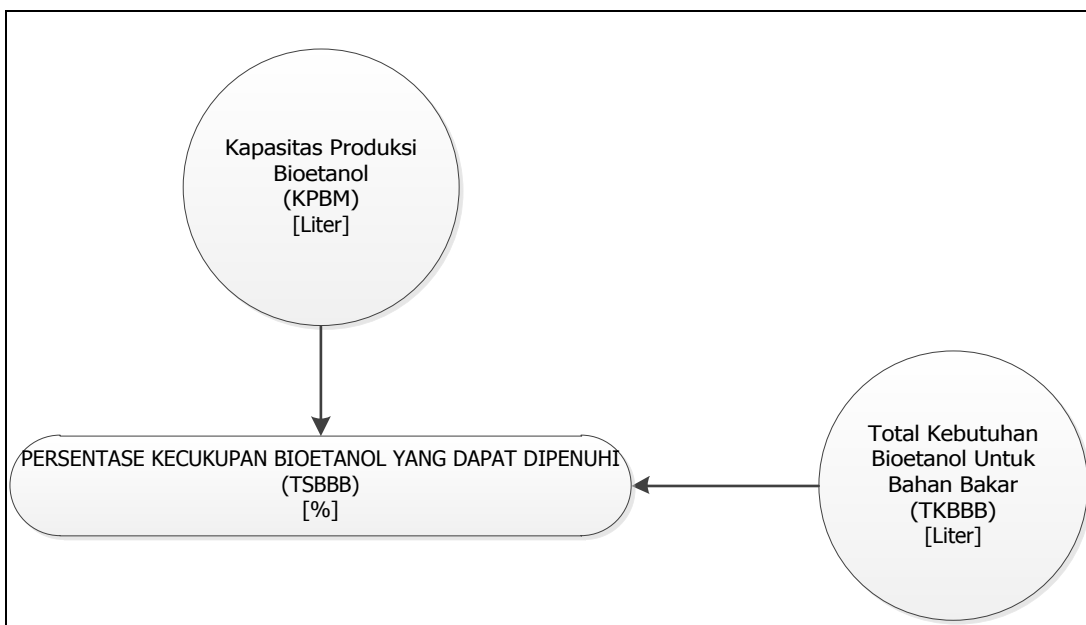
$$TSBBB = (KPBM \div TKBBB) \times 100\% \quad (6)$$

Model sistem secara dinamis disajikan dalam bentuk *spreadsheet* sehingga memudahkan untuk melihat perkembangan aspek-aspek sistem dalam beberapa tahun. Gambar 5 menunjukkan bentuk *spreadsheet* sebagai perancangan model yang mengakomodasi perubahan waktu sehingga model dapat digunakan sebagai alat analisis dalam jangka waktu

yang panjang. Model secara dinamis yang dimaksud bukan merupakan metode *Dynamics System*.



Gambar 3. Model Luas Lahan Ubi Kayu



Gambar 4. Bioetanol Untuk BBN

Analisis Kebijakan Pengembangan Industri Bahan Bakar Nabati Bioetanol Dari Ubi Kayu dengan Menggunakan Pemodelan Matematika

INPUT DATA											
No.	Jenis Data				Satuan	Keterangan					
1	63.976.581	Luas Hutan Produksi yang dapat Dikonversi									
2	0,1%	Kebijakan Penggunaan Hutan Produksi yang dapat Dikonversi sebagai Lahan Ubi Kayu				/ Tahun	Bertahap setiap tahun,				
3	10%	Kebijakan Pemanfaatan Lahan Ubi Kayu Sebagai BBN				/ Tahun	Bertahap setiap 4 tahun				
4	60%	Kebijakan Pemerintah Memproduksi Jenis Campuran Bioetanol				/ Tahun	Proporsi E-5 dengan F				
Tahun	Luas Huta yang Dapat Dikorversi (Ha)	Luas Lahan Berpotensi (Ha/Tahun)	Luas Lahan Ubi Kayu Tersedia (Ha/Tahun)	Total Luas Lahan (Ha/Tahun)	Jumlah Industri Makanan Ubi Kayu Skala Besar (Perusahaan Tahunan)	Kebutuhan Industri Ubi Kayu Skala Besar (Kg/Perusahaan Tahunan)	Total Kebutuhan Industri Makanan Ubi Kayu Skala Besar (Kg/Tahun)	Jumlah Industri Makanan Ubi Kayu Skala Menengah & Kecil (Perusahaan/Tahunan)	Kebutuhan Industri Ubi Kayu Skala Menengah & Kecil (Kg/Perusahaan/Tahunan)	Total Kebutuhan Industri Makanan Ubi Kayu Menengah & Kecil (Kg/Tahun)	
2013	63.973.382	63.973	1.182.929	1.182.929	1	1.000.000.000	1.000.000.000	178	5.040.000	897.120	
2014	63.970.183	191.911	1.182.692	1.182.692	1	1.000.000.000	1.000.000.000	182	5.520.000	1.004.640.000	
2015	63.966.985	255.868	1.182.574	1.182.574	1	1.000.000.000	1.000.000.000	184	5.760.000	1.059.840.000	
2016	63.963.786	319.819	1.182.574	1.182.574	1	1.050.000.000	1.050.000.000	185	6.000.000	1.110.000.000	
2017	63.960.587	383.764	1.182.574	1.566.337	1	1.050.000.000	1.050.000.000	187	6.240.000	1.166.880.000	

Gambar 5. Contoh Tampilan *Spreadsheat*

5. PENGEMBANGAN ALTERNATIF KEBIJAKAN DAN ANALISIS SKENARIO

5.1 Pengembangan Alternatif Kebijakan

1. Alternatif 0

Pemerintah tidak melakukan perubahan kebijakan dari apa yang sudah berlangsung saat ini, sehingga kondisi input sistem yang terjadi adalah:

- a. Kebijakan penggunaan HPK sebagai lahan ubi kayu sama dengan nol sehingga tidak ada pembukaan lahan baru untuk area tanam ubi kayu.
- b. Kebijakan penggunaan ubi kayu sebagai bahan bakar BBN nol hektar.
- c. Belum ada kebijakan penggunaan campuran bahan bakar E-5 dan E-10.
- d. Belum ada kebijakan pembangunan pabrik bioetanol untuk BBN dari bahan baku ubi kayu.

2. Alternatif 1

Pemerintah dapat melakukan kebijakan penyediaan pengkhususan lahan ubi kayu untuk BBN dari lahan yang sudah ada, memproduksi campuran bahan bakar yang disesuaikan dengan rasio konsumsi BBM dan membangun pabrik secara mandiri, sehingga kondisi input sistem yang terjadi adalah:

- a. Produksi jenis bahan bakar E-5 dan E-10 melihat konsumsi premium dan pertamax. Pada saat ini rata-rata konsumsi pertamax adalah 5% dari total konsumsi premium dan pertamax. Jadi untuk penentuan kebijakan untuk E-5 sebesar 95% dan E-10 sebesar 5%.
- b. Pembangunan pabrik bioetanol skala besar yang akan dikelola Kementerian BUMN, dalam hal ini PT. Perkebunan Nusantara. Mengingat pasokan biodiesel saat ini sebagian dihasilkan oleh PTPN. Jadi pemerintah dapat membangun sekitar 15 pabrik bioetanol skala FGE di 15 PTPN yang ada.

3. Alternatif 2

Pemerintah melakukan kebijakan bahwa kendaraan yang berumur kurang dari 10 tahun wajib menggunakan E-10, namun tetap menggunakan lahan yang ada tanpa menambah lahan baru, sehingga kondisi input sistem yang terjadi adalah:

- a. Kebijakan penggunaan HPK sebagai lahan ubi kayu sama dengan nol sehingga tidak ada pembukaan lahan baru untuk area tanam ubi kayu.
- b. Pemerintah menyediakan bahan bakar E-10 lebih besar dari pada bahan bakar E-5. Berdasarkan perhitungan laju pertumbuhan kendaraan menunjukkan bahwa saat ini 75% dari kendaraan yang ada berumur kurang dari 10 tahun dan sisanya lebih dari 10 tahun. Dengan demikian pemerintah memproduksi E-10 sebesar 75% dan E-5 sebesar 25%.

4. Alternatif 3

Pemerintah bekerja sama dengan pihak swasta untuk membangun pabrik bioetanol di setiap provinsi di Indonesia, sehingga kondisi input yang terjadi adalah:

- a. Pemerintah dapat mendirikan sekitar 65 pabrik bioetanol skala besar yang terbagi di setiap provinsi, karena setiap provinsi di Indonesia berpotensi untuk didirikan pabrik bioetanol. Berdasarkan tersebut, di provinsi dengan jumlah lahan yang luas dapat didirikan 3-4 pabrik bioetanol. Pendirian keseluruhan pabrik akan dicapai pada 2026 dengan pembangunan setiap tahun dilakukan secara bertahap.
- b. Pemerintah membuka area tanam baru dengan tetap menggunakan lahan lama. Dilihat dari rencana strategi pengembangan bioetanol tahun 2025 tersedia 3,5 juta hektar lahan untuk produksi bioetanol dari bahan bakar tebu dan ubi kayu, sehingga pada tahun 2026 luas lahan ubi kayu mencapai 2 juta hektar.

5.2 Pengembangan Skenario

Pengembangan alternatif skenario mengakomodasi beberapa kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi pada sistem. Hal ini terkait pada input pada sistem yang tidak dapat dikendalikan atau diketahui. Pengembangan alternatif skenario dapat dilihat pada Tabel 1. Penentuan nilai pada skenario didasarkan dari berbagai sumber diantaranya:

1. Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN) menargetkan pada tahun 2015 laju penduduk Indonesia turun menjadi 1,1% (Sugiri Syarief, 2012).
2. Rasio alih fungsi lahan tanam ubi kayu diambil dari data pengurangan lahan ubi kayu yang ada.
3. Laju produktivitas ubi kayu diambil dari data perubahan produktivitas ubi kayu yang ada.
4. Penggunaan *flexibel fuel vehicle* di Indonesia jumlahnya tidak terlalu besar di tahun-tahun awal.

5.3 Pencarian Solusi

Pencarian solusi model menggunakan alat bantu *spreadsheat* sehingga mempermudah perubahan *input* yang terjadi. Pengukuran dilakukan dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2026. Pencarian solusi dilakukan dengan mengembangkan matriks pengembangan alternatif dan skenario-skenario seperti pada Tabel 2 sedangkan hasil dari pencarian solusi pada Tabel 3.

Tabel 1. Pengembangan Skenario

No.	Input Sistem	Pengembangan Skenario-Skenario		
		Optimistis	Moderat	Pesimistis
1.	Laju pertumbuhan penduduk	Laju pertumbuhan berkurang pada 2015 dan 2021 sekitar 0,2% per tahun.	Laju pertumbuhan sama sampai tahun 2026.	Laju pertumbuhan bertambah pada 2015 dan 2021 sekitar 0,2% per tahun.
2.	Penggunaan <i>flexibel fuel vehicle</i>	Penggunaan FFV sampai 2026 sekitar 10.000 kendaraan dan dimulai 2020.	Penggunaan FFV sampai 2026 sekitar 5000 kendaraan dan dimulai 2020.	Tidak ada penggunaan FFV sampai 2026.

5.4 Pembahasan Solusi

Pencarian solusi secara keseluruhan menggambarkan bahwa kebijakan yang diterapkan dan kondisi yang terjadi berpengaruh kepada hasil yang diinginkan. Misalnya luas lahan dan jumlah perusahaan yang akan dibangun, serta penambahan jumlah perusahaan bioetanol yang harus diawali dengan penambahan lahan ubi kayu yang membutuhkan banyaknya alih fungsi lahan yang terjadi.

Tabel 1. Pengembangan Skenario (lanjutan)

No.	Input Sistem	Pengembangan Skenario-Skenario		
		Optimistis	Moderat	Pesimistis
3.	Rasio alih fungsi lahan tanam ubi kayu	Pengurangan lahan ubi kayu sekitar 0% setiap tahunnya.	Pengurangan lahan ubi kayu sekitar 0,1% setiap tahunnya.	Pengurangan lahan ubi kayu sekitar 0,3% setiap tahunnya.
4.	Laju produktivitas ubi kayu	Laju produktivitas maksimum dari tahun 2000-2009 yaitu 202,17 ku/ha.	Laju produktivitas rata-rata dari tahun 2000-2009 yaitu 154,68 ku/ha.	Laju produktivitas minimum dari tahun 2000-2009 yaitu 125 ku/ha.

Tabel 2. Matrik Pencarian Solusi

Pengembangan	Optimistik	Moderat	Pesimistik
Alternatif 0	Solusi 0O	Solusi 0M	Solusi 0P
Alternatif 1	Solusi 1O	Solusi 1M	Solusi 1P
Alternatif 2	Solusi 2O	Solusi 2M	Solusi 2P
Alternatif 3	Solusi 3O	Solusi 3M	Solusi 3P

Tabel 3. Matrik Rekapitulasi Hasil

Pengembangan	Optimistik	Moderat	Pesimistik	Kebijakan
Alternatif 0	0%	0%	0%	-
Alternatif 1	29,56%	28,75%	24,21%	- Produksi E-5 dan E-10 disesuaikan dengan konsumsi premium dan pertamax. - Pembangunan pabrik FGE 15 unit
Alternatif 2	17,740%	17,25%	15,64%	- Kendaraan berusia kurang dari 10 tahun wajib menggunakan E-10 dan sisanya menggunakan E-5
Alternatif 3	76,69%	74,60%	72,56%	- Pembangunan pabrik FGE 65 unit - Lahan ubi kayu untuk bioetanol 3,5 juta hektar

Penggunaan luas lahan ubi kayu yang ada dan tidak menambah luas lahan ubi kayu, pemerintah bisa membangun 15 perusahaan bioetanol skala besar dengan kecukupan bioetanol sebesar 17,740% dari kebutuhan total bioetanol. Jika pemerintah membuka lahan ubi kayu khusus bioetanol sampai 3,5 juta hektar maka dapat dibangun 65 perusahaan bioetanol dengan kecukupan bioetanol sebesar 76,69% dari kebutuhan total bioetanol.

Pemenuhan ubi kayu sebagai BBN tidak dapat mencukupi keseluruhan dari kebutuhan bioetanol. Dengan demikian, kekurangan kebutuhan bioetanol tersebut perlu dicukupi dengan memproduksi bioetanol menggunakan bahan baku lain, seperti jagung, sorghum, mikroalga dan lain sebagainya.

6. Kesimpulan

6.1 Simpulan

Usulan kebijakan yang dapat dilakukan pemerintah untuk menerapkan ubi kayu sebagai BBN diantaranya dengan kebijakan pengkhususan lahan ubi kayu untuk BBN, pembukaan lahan baru ubi kayu, penerapan kewajiban penggunaan bahan bakar gasohol E-5 dan E-10 berdasarkan kriteria kendaraan, dan pembangunan pabrik bioetanol skala besar. Faktor yang paling berpengaruh terhadap *output* sistem adalah kebijakan yang diterapkan, luas lahan yang digunakan, dan jumlah pabrik bioetanol skala besar.

Kebijakan pertama pemerintah dapat membuat pengkhususan lahan ubi kayu untuk BBN dari lahan yang sudah ada dengan memanfaatkan beberapa PTPN yang ada untuk sarana pendirian dan pengolahan bioetanol. Hasil yang didapatkan dari kebijakan ini menunjukkan kecukupan pemenuhan bioetanol yang cukup rendah, sedangkan dengan menggunakan kebijakan perluasan lahan yang ada dan pengolahan diberikan kewenangan terhadap sektor swasta akan menghasilkan kecukupan bioetanol yang cukup tinggi. Trend yang dihasilkan menunjukkan grafik peningkatan yang cukup bagus.

6.2 Saran

Saran yang ditujukan kepada pemerintah, yaitu pemerintah mulai fokus terhadap pengembangan bahan bakar nabati bioetanol berbahan bakar ubi kayu karena potensi ubi kayu di Indonesia yang cukup besar. Pemerintah juga dapat menerapkan berbagai kebijakan untuk meningkatkan produksi dan penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar. Subsidi BBM yang ada dapat dipertimbangkan untuk dialihkan sebagai pengembangan energi alternatif.

Saran yang ditujukan kepada penelitian selanjutnya diantaranya penggunaan metode *Dinamics System* dengan memasukan faktor ekonomi kedalam sistem sehingga akan terlihat *feed back* antar komponen sistem dan melakukan analisa nilai optimal yang dihasilkan dari skenario yang telah ada. Usulan skenario yang ada dapat dikaji lebih lanjut untuk melihat tingkat apakah skenario yang ada merupakan skenario yang tepat dan dapat menghasilkan output yang maksimum. Penelitian selanjutnya dapat mengakomodasi aspek kelebihan dan kekurangan sistem pengolahan hulu ke hilir sertamelakukan penelitian dengan menggunakan alternatif bahan baku lain, seperti: sorgum, jagung, selulosa dan molasess.

REFERENSI

Badan Pusat Statistik. (April 2012). *Transportasi*. Diperoleh April 2012, dari http://www.bps.go.id/menutab.php?tabel=1&kat=2&id_subyek=17.

BPPT. (2011). *Analisis Aspek Pasar Domestik*. Industri Sel Surya (Photovoltaic). Jakarta.

Christina, Bernadette. (April 2012). *Mengembangkan BBN Terkendala Bahan Baku*. Diperoleh April 2012, dari <http://id.berita.yahoo.com/pengembangan-bbn-terkendala-bahan-baku-145758591--finance.html>.

Daellebach, H. G. (1994). *System and Decision Making: A Management Science Approach*. John Wiley & Sons. England.

Analisis Kebijakan Pengembangan Industri Bahan Bakar Nabati Bioetanol Dari Ubi Kayu dengan Menggunakan Pemodelan Matematika

Prihandana, R.dkk. (2007). *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa depan*. Agromedia. Jakarta.