

KELAYAKAN TEKNO-EKONOMI MIGRASI TEKNOLOGI PROSES PRODUKSI GULA KRISTAL PUTIH DARI SULFITASI KE DEFEKASI REMELT KARBONATASI

Subiyanto

Pusat Audit Teknologi – BPPT
E-mail : biyanto@webmail.bppt.go.id

Abstract

Sugar is a strategic commodity for Indonesia, such that the availability and the price have been managed by the government. The national production of Indonesia sugar has not been enough to cover the consumption, such that the deficit must be imported. Indonesian sugar was produced by 61 factories, where 51 units are State-owned Company. Unfortunately, the quality of sugar produced by State – owned factory has been getting worse, such that some are not qualified to the Indonesian National Standards (SNI). One of the reasons is poor process technology adopted, which is mostly using sulfitation technology. The Government, therefore, encourages industry to migrate the process technology from sulfitation system to defecation remelt carbonatation (DRK) system. This study assesses the techno-economy feasibility of the migration. The results indicate that technology migration is technically feasible, but for the business, Government needs to give price incentive to the product. Furthermore, the study recommends that adoption of DRK technology should be prioritized to the factories with abundant stock of baggase.

Kata kunci : proses produksi gula, teknologi sulfitasi dan karbonatasi, kelayakan migrasi teknologi

1. PENDAHULUAN

Gula merupakan salah satu kebutuhan pokok masyarakat Indonesia yang ketersediaannya dan harganya diatur oleh pemerintah. Walaupun produksi gula kristal putih (GKP) nasional semakin meningkat, tetapi peningkatannya belum mampu mengimbangi peningkatan konsumsi, sehingga pemerintah terpaksa memberikan ijin kepada beberapa importer terdaftar untuk melakukan impor, baik dalam bentuk GKP maupun dalam bentuk gula mentah (*raw sugar*). Yang mengkhawatirkan, gula yang diimpor jumlahnya semakin meningkat yaitu dari 1,6 juta ton Th 2003 menjadi 1,8 juta ton Th 2006, dan 2,2 juta ton Th 2009 (Kemendag, 2010).

Gula kristal putih di Indonesia dihasilkan oleh 62 Pabrik Gula (PG), 51 diantaranya milik BUMN (PTPN dan RNI). Dari total produksi GKP tahun 2009 sebesar 2,3 juta ton, PG swasta berkontribusi sekitar 27%, petani 48%, dan sisanya 25% dari PG BUMN (Husein Sawit, 2010). Petani tidak memiliki pabrik, karena itu pengolahan tebu dilakukan di PG BUMN (sebagian besar) maupun PG Swasta. Ketidakmampuan Indonesia mencukupi kebutuhan gula nasional karena petani

dan BUMN sebagai kontributor mayoritas kinerja *on farm* maupun *off farm*-nya relatif buruk, terutama dibandingkan dengan PG swasta (Tabel 1). Di antara penyebabnya adalah keekonomian tanaman tebu yang kurang kompetitif dalam mendapatkan lahan produktif, serta kondisi alat dan permesinan PG yang rata-rata sudah tua.

Tabel 1. Perbandingan Kinerja Pabrik Gula BUMN dan Swasta pada MT 2008/2009

Parameter Kinerja	Satuan	BUMN ^a	Swasta ^b
Produktivitas Tebu	Ton/Ha	79,90	82,25
Produktivitas Gula	Ton/Ha	6,52	7,67
Rendemen	%	8,15	9,33
Biaya Produksi (2010) [*]	Rp/kg	± 6.800	± 4.700

Sumber : DGI (2009); * Kabarbisnis.com (2011);

Keterangan : ^arataan di Jawa; ^brataan 4 PG di Lampung;

Untuk memberikan perlindungan terhadap konsumen, Pemerintah telah mengeluarkan SNI-3410-200/rev 2005 sebagai standar nasional gula kristal putih (Martoyo dkk., 2009). Di antara parameter yang diatur dalam standar ini adalah warna larutan gula yang dinyatakan dalam satuan lumsa Unit (81 – 300 IU) dan kandungan SO₂

dalam produk gula (≤ 30 mg/Kg). Parameter icumsa terkait dengan penampilan produk, sedangkan kandungan sulfur terkait dengan perlindungan kesehatan pengguna produk. Status pemberlakuan SNI tersebut saat ini masih bersifat sukarela. Dengan semakin banyaknya produk gula impor dan rafinasi (gula industri) berpenampilan menarik yang beredar di pasaran (seharusnya terlarang), belakangan mulai diwacanakan untuk meningkatkan status SNI GKP menjadi wajib (Dinas Perindag Jabar, 2008).

Untuk mengatasi permasalahan industri gula nasional, Pemerintahan Kabinet Indonesia Bersatu II telah menetapkan Program Revitalisasi Industri Gula Nasional yang pelaksanaannya dikoordinasikan oleh Kementerian Perindustrian. Untuk pelaksanaan program revitalisasi tersebut, Kementerian Perindustrian telah menerbitkan Peraturan Menteri No. 12/M-IND/PER/1/2010 tentang pembentukan tim revitalisasi industri gula, yang anggota Tim Teknisnya terdiri dari 16 institusi. Target dari Program Revitalisasi Industri Gula Nasional adalah percepatan swasembada gula pada tahun 2014, dengan target produksi 5,7 juta ton. Kegiatan inti dari program revitalisasi adalah restrukturisasi mesin/peralatan PG existing, dan salah satu rencananya adalah penggantian/modifikasi mesin/peralatan PG dari proses sulfitasi menjadi defekasi remelt karbonatasi (DRK). Di lingkungan BUMN, PG yang sudah menerapkan teknologi DRK baru satu, yaitu PG Semboro – PTPN XI. Itupun baru dioperasikan secara penuh pada musim giling tahun 2011. Lainnya menggunakan teknologi sulfitasi. Untuk itu perlu *technology clearance*, apakah perpindahan (migrasi) teknologi proses dari sulfitasi ke karbonatasi memang layak didifusikan.

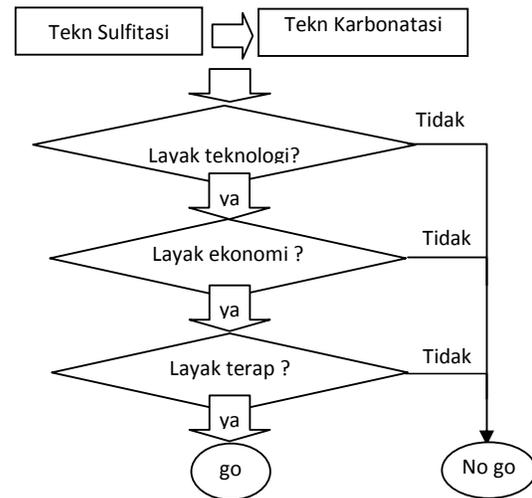
2. BAHAN DAN METODE

2.1. Kelayakan Tekno-ekonomi

Analisis kelayakan migrasi teknologi proses produksi GKP dari sulfitasi ke karbonatasi pada laporan ini dilakukan secara berjenjang, melalui pendekatan : (a) teknologi, (b) ekonomi & bisnis, dan (c) persyaratan penerapan.

Pendekatan teknologi dimaksudkan untuk mengevaluasi perbedaan teknologi antara sulfitasi dan karbonatasi, khususnya dari sisi proses, peralatan, dan produknya. Tahapan ini untuk mengkonfirmasi bahwa teknologi yang baru diyakini mampu memberikan output yang lebih unggul di banding teknologi yang akan diganti (sulfitasi). Kelayakan teknologi ini kemudian dilanjutkan dengan analisis kelayakan dari pendekatan ekonomi dan bisnis. Tujuannya untuk mengevaluasi apakah investasi perubahan tersebut mampu memberikan nilai output yang

secara bisnis menguntungkan. Karena teknologi karbonatasi akan didifusikan ke PG lain khususnya di BUMN, maka analisis akan dilengkapi dengan kondisi minimum yang harus dipenuhi oleh suatu PG, agar teknologi karbonatasi ini layak (*sustainable*) untuk diterapkan. Secara skematis, pendekatan analisis ini disampaikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram analisis kelayakan tekno-ekonomi migrasi teknologi pengolahan gula

2.2. Basis Analisis

Dalam proses produksi gula kristal putih, sistem sulfitasi dan karbonatasi merupakan pilihan teknologi pada proses pemurnian. Proses pemurnian sendiri dapat dikatakan sebagai salah satu teknologi inti pada proses pabrikasi gula kristal putih karena sangat menentukan kualitas gula yang dihasilkan. Teknologi proses sistem karbonatasi telah mengalami perkembangan, dari sistem ortodox ke defekasi remelt. Teknologi yang akan dievaluasi pada laporan ini adalah sistem karbonatasi terbaru, yaitu defekasi remelt karbonatasi (DRK).

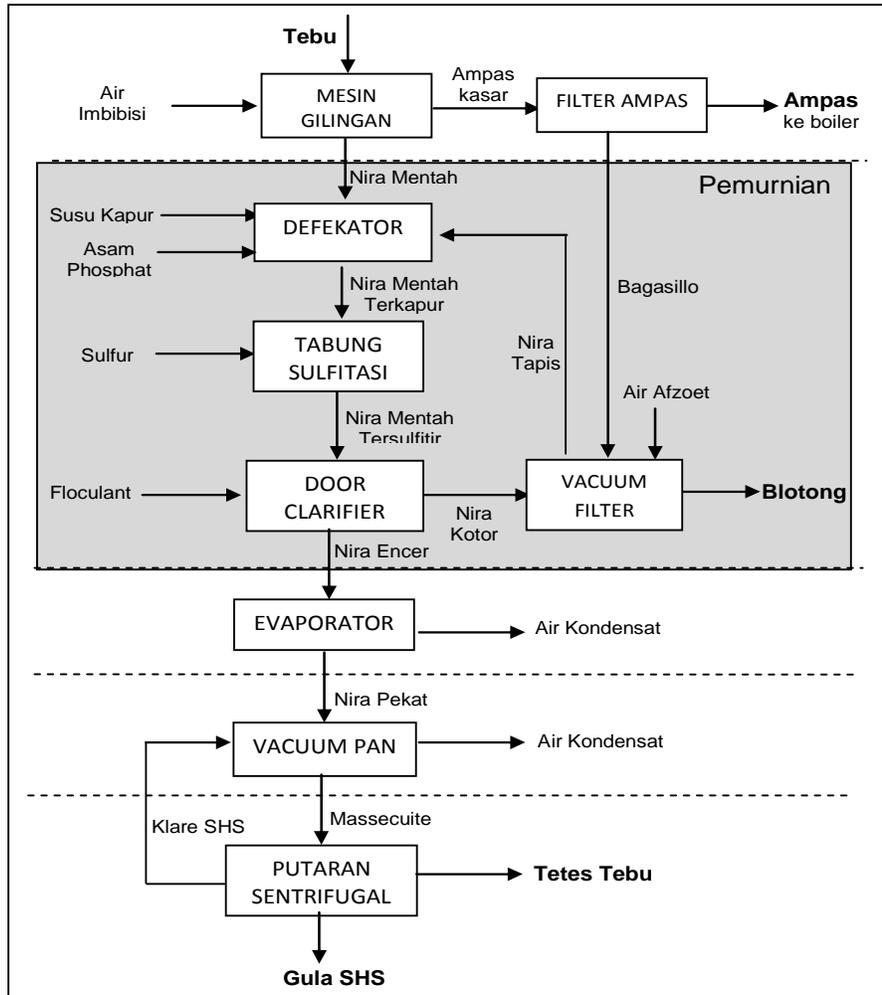
Sistem DRK pada dasarnya merupakan upaya penyempurnaan dari sistem sulfitasi karena menjanjikan output dengan kualitas yang lebih baik. Namun demikian proses dalam sistem DRK tahapannya lebih panjang sehingga memerlukan tambahan investasi peralatan dibanding dengan sistem sulfitas. Karena itu tingkat kelayakan migrasi teknologi dari sulfitasi ke DRK akan ditentukan juga oleh kapasitas pabrik atau skala usaha. Berdasarkan hasil audit teknologi terhadap tujuh PG BUMN yang mewakili perusahaan RNI II, PTPN IX, X, XI, diperoleh rata-rata kapasitas giling

PG sebesar sekitar 3.000 ton *cane per day* (TCD). Data ini selanjutnya digunakan sebagai basis analisis dalam studi kelayakan tekno-ekonomi pada laporan ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kelayakan Teknologi

Jenis teknologi yang digunakan akan menentukan tingkat absorpsi komponen warna sehingga produknya lebih cerah dan bersih (Kurniawan dkk., 2009). Pada tingkatan tertentu, teknologi pemurnian juga mampu menekan kerusakan gula reduksi sehingga juga menentukan besar kecilnya kehilangan gula dalam proses (Anonim, 2006).



Gambar 2. Diagram Proses Produksi GKP Sistem Sulfitasi (Anonim, 2006)

Proses pemurnian dimaksudkan untuk memisahkan material bukan gula (kotoran) dari nira mentah seoptimal mungkin, sehingga diperoleh nira encer yang jernih dan kondusif untuk dikristalkan. Pemurnian sendiri hanya merupakan salah satu tahapan proses dalam sistem produksi. Posisi proses pemurnian dalam teknologi sistem sulfitasi ditunjukkan dengan blok pada Gambar 2.

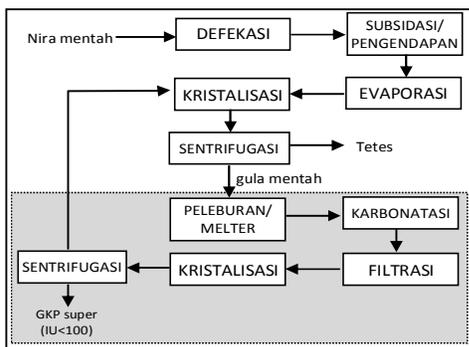
Pemurnian dalam proses produksi gula menggunakan prinsip kerja penangkapan kotoran, pengendapan, dan penyaringan. Pada sistem

sulfitasi, penangkapan kotoran dilakukan pada alat defekator dengan cara menambahkan susu kapur atau $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan asam fosfat sehingga terbentuk endapan Calcium Phosphat yang akan menangkap kotoran-kotoran dan partikel non gula yang ada dalam nira mentah. Nira mentah yang bercampur kapur ini selanjutnya di pucatkan warnanya (*bleaching*) di tangki sulfitir menggunakan belerang atau sulfur (SO_2). Nira mentah tersulfiter yang dihasilkan kemudian diendapkan di "door clarifier", setelah sebelumnya ditambahkan dengan agen pengendap (flokulan).

Keluaran dari “door clarifier” adalah nira encer bersih dan nira kotor. Nira encer bersih sebagai luaran utama diproses lebih lanjut dengan cara diuapkan dan dikristalisasi, sedangkan nira kotor disaring dengan vacuum filter sehingga diperoleh nira tapis (nira kotor) dan endapan kotoran nira dalam bentuk blotong (limbah padat).

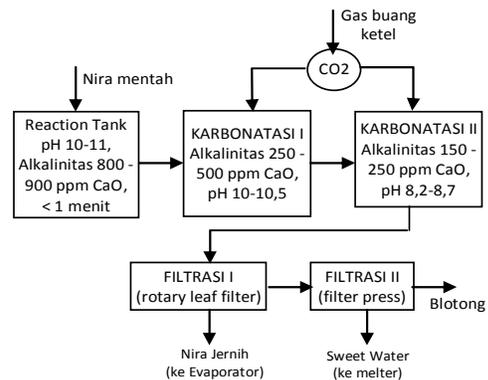
Pada sistem sulfitasi, umumnya akan diperoleh warna larutan dengan tingkat lcumsa sekitar 150 - 300 IU (lcumsa Unit), dengan produk akhir gula kristal putih (GKP) yang berwarna putih tapi tidak cerah. Semakin rendah angka lcumsa, warna GKP akan semakin putih dan cerah. Dari survey produk GKP yang dilakukan terhadap 41 PG BUMN pada tahun 2008, hanya 3 PG yang mempunyai warna lcumsa ≤ 150 , 11 PG lcumsanya antara 150 – 200, 24 PG antara 200-300, dan sisanya 3 PG lcumsanya > 300 (Kurniawan dkk., 2009). Batas maksimum lcumsa SNI adalah 300 IU. Pada sistem defekasi remelt karbonatasi (DRK), produk GKP yang diperoleh secara teoritis akan mempunyai kualitas warna lcumsa kurang dari 100, atau mendekati kualitas gula rafinasi (< 80 IU) (Martoyo dkk., 2009). Dengan kualitas warna lcumsa kurang dari 100, disamping akan memenuhi SNI, produk GKP diyakini akan mampu bersaing dengan gula impor, atau bahkan gula rafinasi.

Pada sistem DRK, gula kristal mentah (GKM, *brown sugar*) yang dihasilkan dari rangkaian proses seperti pada sistem sulfitasi (tahap awal) dilebur kembali (*remelt*) dan selanjutnya dimurnikan lagi. Karena pemurnian dilakukan dua tahap, maka produk GKP yang dihasilkan dalam sistem karbonatasi berkualitas jauh lebih baik dari sistem sulfitasi. Namun demikian ada tambahan satu rangkaian proses (pemurnian) lagi dalam sistem produksinya, seperti ditunjukkan pada tahapan proses yang “diblok” pada Gambar 3



Gambar 3. Flow Proses Sistem Karbonatasi (Martoyo dkk., 2009)

Teknik pemurnian dalam sistem karbonatasi, baik pemurnian tahap awal maupun tahap lanjutan, tetap menggunakan susu kapur sebagai penggumpal, tetapi pemucatan warnanya tidak menggunakan sulfur (SO_2), melainkan gas CO_2 . Kalau gas SO_2 dalam sistem sulfitasi diperoleh dari tobong belerang, maka gas CO_2 pada sistem karbonatasi diperoleh dari gas buang boiler yang dimurnikan melalui “scrubber”. Peniadaan sulfur inilah yang menyebabkan produk GKP hasil sistem DRK dinilai lebih sehat untuk dikonsumsi. Dengan demikian pada sistem karbonatasi tidak lagi diperlukan bahan belerang/sulfur maupun asam phosphat. Karena bahan/nira pemurnian tahap lanjutan sudah relatif bersih, penyaringan endapan kotoran tidak menggunakan door clarifier dan vacuum filter seperti halnya pemurnian pada tahap awal, melainkan dengan rotary leaf filter. Diagram proses pemurnian lanjutan pada sistem karbonatasi ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Proses Karbonatasi Lanjutan (Martoyo dkk., 2009)

3.2. Kelayakan Bisnis

Konsekuensi migrasi teknologi dari sistem sulfitasi ke karbonatasi adalah adanya tambahan peralatan. Jenis alat proses tambahan serta estimasi nilainya untuk pabrik kapasitas sekitar 3.000 TCD disampaikan pada Tabel 2. Pada alat energi, migrasi juga perlu menambah alat “thermo compressor” untuk pre-evaporator. Dilain pihak, migrasi ke sistem DRK akan berdampak kepada tidak difungsikannya beberapa alat yang biasa digunakan pada sistem sulfitasi, yaitu “tower sulfitor”, “blower”, “sublimator”, “rotary sulfur burner” / “tobong belerang”, dan “kompresor” (hasil diskusi dengan Manajemen PG Semboro).

Tabel 2. Estimasi Biaya Investasi Alat Tahun 2012

No	Jenis Alat	Estimasi Biaya (Juta Rp)
1	A/B Centrifugal	113
2	Melter	390
3	Lime Preparation	110
4	Carbonator	2.110
5	CO ₂ Plant	2.985
6	Filtration	6.105
7	Crystalization	4.575
	Sub Total	16.388
8	Lain-lain (10%)	1.639
	Total	18.026

Sumber : Anonim, 2011 (diolah)

Untuk operasional pabrik, penyesuaian terjadi pada kebutuhan bahan dan tenaga kerja. Pada sistem DRK, asam fosfat dan belerang tidak digunakan lagi. Dengan asumsi kinerja PG merupakan rata-rata dari kinerja tahun 2008 dan 2009 dari 30 PG sesuai hasil monitoring Tim Revitalisasi PG dari Kementerian Perindustrian (Anonim, 2011a), dimana rerata utilitas : 89%, rerata efektivitas : 91%, dan rerata jumlah hari giling : 150, maka estimasi jumlah tebu yang digiling untuk PG dengan kapasitas 3000 TCD adalah sekitar 360.000 ton per tahun. Dengan standar pemakaian bahan sesuai dengan perhitungan PG Subang, maka migrasi teknologi ini akan berdampak kepada biaya operasional melalui dua sisi, yaitu penghematan bahan pembantu (belerang dan asam fosfat) sekaligus penambahan bahan pembantu (susu kapur/hydrad lime dan flokulan) dan tenaga kerja. Berdasarkan data dosis pemakaian dan harga bahan dari PG Subang serta pemakaian tenaga kerja dari PG Semboro, rincian dampak penyesuaian migrasi sistem DRK terhadap biaya operasional diperhitungkan seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Dampak Migrasi Teknologi Terhadap Biaya Operasional

Jenis Penyesuaian	Dosis	Pemakaian	Harga	Nilai Total
	per1000TT	Satuan/Th	Rp/satuan	Rp1000/Th
Penghematan*				1.014.120
- Belerang	460 Kg	165.600	5.700	943.920
- Asam Phosphat	10 Ltr	3.600	19.500	70.200
Penambahan*				983.520
- Hydrad Lime	1,1 ton	396	1.900.000	752.400
- Flokulan (Kg)	4 Kg	1.440	98.000	141.120
- Tenaga Kerja**	4 HOK/shift	1.800	50.000	90.000

Sumber : *Anonim, 2011 (diolah); **PG Semboro (hasil diskusi)

Berdasarkan pengalaman dari PG Semboro yang pada tahun 2011 menerapkan sistem DRK, migrasi sistem akan menambah tenaga kerja musiman sebanyak 4 orang per shift, atau 12 orang per hari. Dengan asumsi upah per hari sebesar Rp 50.000,- per orang, maka tambahan biaya operasi untuk tenaga kerja adalah : 12 org x 150 hari x Rp 50.000,- = Rp 90.000.000,- per tahun atau per musim giling.

Dengan asumsi penyusutan alat selama 10 tahun, tingkat bunga pinjaman 14%, serta tingkat rendemen GKP sebesar 8%, maka migrasi teknologi dari sulfitasi ke DRK akan memberikan prospek kelayakan bisnis sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4. Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 4, beberapa hal yang dapat disampaikan berkaitan dengan migrasi teknologi sulfitasi ke karbonatasi adalah :

- Apabila migrasi teknologi tidak diikuti dengan kebijakan penyesuaian/penaikan harga jual GKP, maka migrasi akan merugikan PG;
- Penyesuaian harga jual GKP sebesar Rp 200,- per Kg sudah cukup mendatangkan keuntungan bagi PG, yang diindikasikan dengan nilai IRR 30% dan payback period selama 3,1 tahun;
- Penyesuaian harga jual GKP sebesar Rp 1000,- per Kg akan mempercepat waktu pengembalian modal (0,6 tahun), dan ini dapat dimanfaatkan oleh pemerintah untuk memunculkan program bantuan migrasi teknologi secara bergulir.

Tabel 4. Indikator Kelayakan Bisnis Migrasi Teknologi

Parameter Kelayakan	Skenario Insentif Harga GKP (Rp/Kg)			
	0	200	500	1000
- NPV (Rp juta)	-17.867	12.178	57.245	132.357
- IRR (%)	-	30	80	160
- B/C (indeks)	0,2	1,5	3,5	6,7
- Payback Period (thn)	-	3,1	1,2	0,6

3.3. Persyaratan Penerapan

Berdasarkan pengalaman dari PG Semboro, salah satu penentu keberhasilan dari sistem DRK adalah kecukupan dan konsistensi pasokan energi (power dan steam). Besarnya bergantung kepada kapasitas pabrik. Hasil perhitungan PG Subang menunjukkan bahwa untuk PG dengan kapasitas sekitar 3000 TCD, tambahan power yang diperlukan untuk penerapan sistem DRK adalah sekitar 389 KW. Di lain pihak, biaya energi, apabila harus menggunakan sumber selain boiler berbahan bakar ampas tebu (misal PLN atau

genset), nilainya sangat signifikan sehingga diperkirakan tidak akan ekonomis.

Sementara itu PG Semboro melaporkan bahwa penerapan sistem DRK telah meningkatkan kebutuhan steam dari 55-58 ke 60-63 ton uap per ton tebu. Di samping itu, sistem DRK memerlukan konsistensi kinerja boiler karena proses pemurniannya menggunakan CO₂ yang diambil dari gas buang dari boiler yang dimurnikan.

Berdasarkan fakta lapangan tersebut, penerapan migrasi teknologi DRK sebaiknya dimulai dari pabrik yang mempunyai jaminan pasokan bahan bakar ampas mencukupi, khususnya yang mempunyai HGU dengan luasan yang memadai.

4. KESIMPULAN

- Migrasi teknologi dari sistem sulfitasi ke defekasi remelt karbonatasi (DRK) secara teknis layak untuk didifusikan ke PG lain karena :
produknya mempunyai tampilan yang lebih menarik (IU<100) dan lebih sehat (mampu menekan kandungan SO₂), sehingga bisa mempercepat pemberlakuan wajib SNI ; teknologinya relatif mudah diakses di dalam negeri dan mudah dioperasikan;
 - Kelayakan bisnis migrasi teknologi DRK menuntut insentif harga jual GKP. Insentif sebesar Rp 500 / Kg diperhitungkan cukup layak dan cukup menarik bagi PG untuk berpartisipasi. Selama insentif harga jual belum bisa diberikan, pemerintah perlu memberikan keleluasaan kepada PG (BUMN) untuk melakukan pemasaran langsung ke tingkat retail.
- 1) Penerapan migrasi teknologi DRK sebaiknya dimulai dari PG yang selama ini secara konsisten mempunyai cadangan ampas yang berlebih.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2006. Baku Operasi Proses Pembuatan Gula PT Perkebunan Nusantara X (Persero). Bidang Pengolahan.

Anonim. 2011. Bahan Pertemuan Teknis Persiapan Program Defekasi Remelt Karbonatasi. PG Subang, RNI II.

Anonim. 2011a. Lampiran Data Global Monitoring Program Restrukturisasi Pabrik Gula Tahun 2009. Tim Revitalisasi PG Kementerian Perindustrian.

Dewan Gula Indonesia (DGI). 2009. Bahan Simposium Gula, Jakarta 11 Juni

Dinas Perindag Jabar, 2008. Gula Putih Akan Dikenai SNI Wajib. Website Dinas Perindustrian & Perdagangan Jawa Barat (<http://disperindag-jabar.go.id/>). Rubrik Publikasi. Senin, 17 Nopember 2008.

Husein Sawit, M. 2010. Kebijakan Swasembada Gula: Apanya Yang Kurang? Makalah FGD Kebijakan Revitalisasi Industri Gula Nasional. Jakarta tgl 12 Oktober 2010. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT).
Kabarbisnis.com. 30 Desember 2011. Transformasi Tak Tuntas, Industri Gula Tertatih-Tatih.

Kemendag. 2010. Meredam Gejolak: Sistem Distribusi Kebutuhan Pokok di Indonesia, Badan Penelitian dan Pengembangan Perdagangan, Kemendag: Jakarta.

Kurniawan, Y., Bachtar, A., dan Triantarti. 2009. Potret Kualitas Gula Kristal Putih dan Upaya Peningkatan Menuju SNI GKP. Dalam Mengantisipasi SNI Gula Kristal Putih : Masalah dan Solusi Peningkatan Kualitas Gula. 2009. Prosiding Seminar. Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia. Hal. 5.

Martoyo, T., Santoso, B.E., Kuswuryanto, R. 2009. Peningkatan Kualitas Gula Kristal Putih Melalui Proses Defekasi Remelt Karbonatasi. Dalam Mengantisipasi SNI Gula Kristal Putih : Masalah dan Solusi Peningkatan Kualitas Gula. 2009. Prosiding Seminar. Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia. Hal. 6-12.