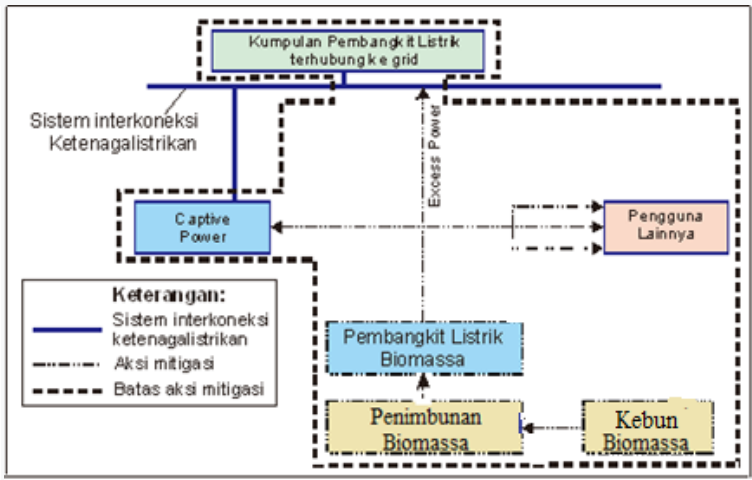


## Metodologi Penghitungan Reduksi Emisi dan/atau Peningkatan Serapan GRK dalam Kerangka Verifikasi Aksi Mitigasi

A. Informasi Umum	
Judul Metodologi	<b>Pembangkit listrik tenaga biomassa (untuk kapasitas <math>\leq 15</math> MW) yang terhubung ke jaringan dan <i>captive power</i></b>
Referensi	Metodologi yang digunakan mengacu kepada referensi metodologi-metodologi berikut yang telah disesuaikan: <ul style="list-style-type: none"> <li>• CDM AMS-I.D.V18 (<i>on-grid</i>); dan</li> <li>• CDM AMS-I.F.V3 (jaringan mini dan <i>captive power</i>).</li> </ul>
Kategori	Pemanfaatan Energi Terbarukan (MSEP-010)
Nomor & Tanggal Penetapan	No. SK.38/PPI/IGAS/PPI.2/11/2020 Tgl. 20 November 2020
B. Aksi Mitigasi	
Deskripsi aksi mitigasi dalam metodologi	Aksi mitigasi ini bertujuan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dari pembakaran energi fosil dengan membangun dan mengoperasikan pembangkit listrik tenaga biomassa (PLTBm) yang memanfaatkan energi dari biomassa padat menjadi listrik.
Kriteria kelayakan penerapan metodologi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. PLTBm merupakan pembangkit listrik baru yang dioperasikan di atas tahun 2010 yang menggunakan bahan bakar biomassa terbarukan;</li> <li>2. Kapasitas PLTBm <math>\leq 15</math> MW;</li> <li>3. PLTBm terhubung dengan sistem interkoneksi tenaga listrik (<i>on-grid</i>);</li> <li>4. PLTBm dengan penjualan kelebihan tenaga listrik (<i>excess power</i>);</li> <li>5. PLTBm dengan izin operasi (<i>captive power</i>);</li> <li>6. PLTBm dengan jaringan mini (<i>mini-grid</i>);</li> <li>7. Tidak berlaku untuk pembangkit kogenerasi.</li> </ol>
Sumber dan jenis Emisi GRK yang diperhitungkan	Sumber emisi GRK yang dihasilkan dari penyaluran listrik ke jaringan dan <i>captive power</i> dalam kondisi <i>baseline</i> adalah CO <sub>2</sub> .
C. Perhitungan Emisi <i>Baseline</i>	

<p>Batas Aksi Mitigasi :</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Batas aksi mitigasi (<i>boundary</i>) mencakup lokasi kegiatan dan semua pembangkit listrik yang terkoneksi ke jaringan listrik yang terhubung dengan PLTBm.</li> <li>• Batas aksi mitigasi (<i>boundary</i>) juga mencakup emisi yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil yang digantikan oleh aksi mitigasi (<i>captive power</i>).</li> <li>• Batas aksi mitigasi (<i>boundary</i>) juga mencakup emisi yang dihasilkan dari penyaluran listrik ke pengguna lain melalui jaringan mini grid.</li> <li>• Batas aksi mitigasi (<i>boundary</i>) juga termasuk pengelolaan biomassa pada lahan perkebunan dan pengangkutannya ke lokasi PLTBm, jika biomassa dipasok dari perkebunan tersebut.</li> </ul>  <p><b>Gambar 1.</b> Batas aksi mitigasi PLTBm terhubung ke jaringan tenaga listrik</p>
<p>Deskripsi <i>baseline</i> :</p>	<p>Emisi baseline adalah emisi GRK yang timbul jika PLTBm tidak dibangun dan beroperasi. Emisi baseline ini dapat terjadi karena tanpa PLTBm, maka sebuah daerah akan mendapatkan listrik dari jaringan listrik (<i>on-grid</i>). Emisi baseline juga dapat mencakup emisi yang dihasilkan dari pembangkit berbahan bakar fosil yang digunakan oleh <i>captive power</i> dan/atau emisi yang terjadi akibat penyaluran listrik melalui jaringan mini ke pengguna lain.</p> <p>Faktor Emisi GRK Sistem Ketenagalistrikan adalah faktor emisi <i>CO2 combined margin</i> untuk pembangkitan listrik di sistem interkoneksi tenaga listrik tersebut yang dihitung dan dipublikasikan oleh Kementerian ESDM. Faktor emisi <i>combined margin</i> yang digunakan adalah nilai terendah dari faktor emisi <i>ex-post</i>.</p> <p>Faktor Emisi jaringan mini menggunakan faktor emisi default pembangkit listrik <i>captive power</i> yang ditetapkan dalam metodologi ini.</p>
<p>Cara perhitungan emisi <i>baseline</i> :</p>	<p>Emisi <i>baseline</i> dapat mencakup masing-masing atau gabungan dari kondisi berikut:</p> <p><b><u>Produksi dan penyaluran listrik untuk disalurkan ke sistem interkoneksi tenaga listrik tertentu:</u></b></p> $EB_{y1} = PL_{PJ,y} \times FEG_{PJ,y} \quad (1)$ <p>Di mana:</p> <p><math>EB_{y1}</math> = Emisi <i>baseline</i> pada tahun y (ton CO<sub>2</sub>)</p> <p><math>PL_{PJ,y}</math> = Jumlah listrik neto yang disalurkan ke sistem interkoneksi tenaga listrik pada tahun y (MWh)</p>

	<p><math>FEG_{pj,y}</math> = Faktor Emisi GRK Sistem Ketenagalistrikan pada tahun <math>y</math> (ton CO<sub>2</sub>/MWh)</p> <p><b><u>Produksi dan penyaluran listrik untuk memenuhi konsumsi <i>captive power</i> atau mini <i>grid</i>:</u></b></p> $EB_{y2} = PL_{CP,y} \times FEG_y \quad (2)$ <p>Di mana:</p> <p><math>EB_{y2}</math> = Emisi <i>baseline</i> konsumsi listrik pada tahun <math>y</math> (ton CO<sub>2</sub>).</p> <p><math>PL_{CP,y}</math> = Jumlah listrik neto yang digantikan oleh aksi mitigasi pada tahun <math>y</math> (MWh)</p> <p><math>FEG_y</math> = Faktor emisi (ton CO<sub>2</sub>/MWh)</p> <p><b>Opsi 1:</b> Faktor Emisi GRK Sistem Ketenagalistrikan pada tahun <math>y</math> (tCO<sub>2</sub>/MWh).</p> <p><b>Opsi 2:</b> Faktor Emisi Diesel mini grid pada tahun <math>y</math> (tCO<sub>2</sub>/MWh) (sesuai faktor emisi <i>off-grid</i> sistem setempat yang dipublikasi oleh Ditjen Gatrik KESDM).</p> <p><b>Opsi 3:</b> Faktor emisi <i>captive power</i> dihitung sesuai dengan metodologi CDM “<i>Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption</i>” versi terakhir.</p>
<b>D. Perhitungan Emisi Aksi Mitigasi</b>	
Sumber emisi <i>leakage</i> :	Tidak ada
Cara perhitungan emisi kegiatan :	<p>Emisi mitigasi saat pelaksanaan aksi mitigasi untuk pembangkit energi terbarukan Pada umumnya sama dengan nol. Tetapi pengoperasian PLTBm dapat terjadi emisi GRK akibat pembelian listrik dari sistem interkoneksi tenaga listrik atau pemanfaatan bahan bakar fosil untuk <i>start-up</i> atau <i>on-site fuel consumption</i> atau akibat pemanfaatan biomassa dari perkebunan khusus. Jika ini terjadi, maka emisi aksi mitigasi dihitung sebagai berikut:</p> $EP_y = EP_{Lst,y} + EP_{BBM,y} + EP_{PK,y} \quad (3)$ <p><b><u>Komponen 1: Jika membeli listrik dari jaringan (impor)</u></b></p> $EP_{list,y} = PL_{B,y} \times FEG_y \quad (4)$ <p>Di mana:</p> <p><math>EP_{List,y}</math> = Emisi aksi mitigasi akibat pembelian listrik dari sistem interkoneksi tenaga listrik pada tahun <math>y</math> (ton CO<sub>2</sub>).</p> <p><math>PL_{B,y}</math> = Jumlah listrik yang dibeli dari sistem interkoneksi tenaga listrik pada tahun <math>y</math> (MWh)</p> <p><math>FEG_y</math> = Faktor Emisi GRK Sistem Interkoneksi tenaga listrik pada tahun <math>y</math> (tCO<sub>2</sub>/MWh).</p> <p><b><u>Komponen 2: Jika ada pemakaian bahan bakar fosil (<i>start-up, captive power, on-site fuel consumption</i>)</u></b></p> $EP_{y,cp} = \sum FC_{i,y} \times NCV_{i,y} \times FE_{i,y} \quad (5)$ <p>Di mana:</p>

	$EP_y$ = Emisi aksi mitigasi akibat pemakaian bahan bakar minyak tertentu pada tahun $y$ (ton CO <sub>2</sub> ) $FC_{i,y}$ = Konsumsi bahan bakar minyak tertentu $i$ pada tahun $y$ (volumr atau massa) $NCV_{i,y}$ = Nilai kalori bersih bahan bakar minyak tertentu $i$ pada tahun $y$ (MJ/massa atau volume) $FE_{i,y}$ = Faktor emisi bahan bakar minyak tertentu $i$ pada tahun $y$ (ton CO <sub>2</sub> /MJ) $i$ = Jenis bahan bakar fosil
	<p><b><u>Komponen 3. Jika biomassa diambil dari perkebunan khusus</u></b></p> <p>Jika bahan bakar biomassa yang digunakan oleh PLTBm berasal dari perkebunan yang khusus dikelola untuk memenuhi bahan bakar PLTBm, maka akan timbul 5 (lima) emisi aksi mitigasi akibat kehilangan karbon dari tanah organik, pengelolaan dan penggunaan pupuk, perubahan tanah, konsumsi energi, serta pembersihan lahan dan pembakaran biomassa. Untuk menghitung kelima jenis emisi tersebut maka dapat menggunakan metodologi CDM “TOOL 16 Project emissions from cultivation biomass” versi terakhir.</p>

#### E. Perhitungan Penurunan Emisi

Cara perhitungan penurunan emisi	: $PE_y = EB_y - EP_y$ (6)
	Di mana:
	$PE_y$ = Penurunan emisi oleh aksi mitigasi pada tahun $y$ (ton CO <sub>2</sub> )
	$EB_y$ = Emisi <i>baseline</i> pada tahun $y$ (ton CO <sub>2</sub> )
	$EP_y$ = Emisi aksi mitigasi pada tahun $y$ (ton CO <sub>2</sub> )

#### F. Rencana Pemantauan (Ex-Post)

##### Parameter Ex-Post

##### 1. Faktor Emisi GRK Sistem Interkoneksi Ketenagalistrikan:

Parameter:	FEG <sub>y</sub>
Satuan:	Ton CO <sub>2</sub> /MWh
Deskripsi:	Faktor Emisi GRK Sistem Interkoneksi Ketenagalistrikan <i>Combined Margin Ex-Post</i> pada tahun $y$
Sumber Data:	Ditjen Gatrik-KESDM
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Metode untuk menghitung faktor emisi listrik dari jaringan listrik
Frekuensi Pengukuran:	Sekali setahun
Lainnya:	-

##### 2. Produksi Listrik

Parameter:	PL <sub>PJ,y</sub> , PL <sub>List,y</sub>
Satuan:	MWh
Deskripsi:	Jumlah produksi listrik neto yang dihasilkan oleh PLTBm yang dikirim ke sistem interkoneksi tenaga listrik pada tahun $y$ atau jumlah listrik yang diberli dari sistem interkoneksi tenaga listrik pada tahun $y$
Sumber Data:	kWh meter
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Parameter ini harus dipantau menggunakan pengukur listrik dua arah jika terjadi pembelian listrik dari sistem interkoneksi untuk dihitung sebagai perbedaan antara:

	(a) jumlah listrik yang dipasok PLTBm ke sistem interkoneksi; dan (b) jumlah listrik yang dibutuhkan aksi mitigasi dari sistem interkoneksi.
Frekuensi Pengukuran:	Pemantauan dilakukan secara rutin, diukur setiap jam, dan minimal dilaporkan sebulan sekali
Lainnya:	-
<b>3. Listrik yang dibeli dari mini grid</b>	
Parameter:	$PL_{CP,y}$
Satuan:	MWh
Deskripsi:	Listrik neto yang digantikan oleh aksi mitigasi
Sumber Data:	kWh meter
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Parameter ini harus dipantau menggunakan pengukur listrik dua arah jika terjadi pembelian listrik dari sistem interkoneksi untuk dihitung sebagai perbedaan antara: (a) jumlah listrik yang dipasok PLTBm ke sistem interkoneksi; dan (b) jumlah listrik yang dibutuhkan aksi mitigasi dari sistem interkoneksi.
Frekuensi Pengukuran:	Pemantauan dilakukan secara rutin, diukur setiap jam, dan minimal dilaporkan sebulan sekali
Lainnya:	-
<b>4. Listrik yang dibeli dari jaringan</b>	
Parameter:	$PL_{B,y}$
Satuan:	MWh
Deskripsi:	Jumlah listrik yang dibeli dari jaringan interkoneksi pada tahun y
Sumber Data:	kWh meter
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Parameter ini harus dipantau menggunakan pengukur listrik dua arah jika terjadi pembelian listrik dari sistem interkoneksi untuk dihitung sebagai perbedaan antara: (a) jumlah listrik yang dipasok PLTBm ke sistem interkoneksi; dan (b) jumlah listrik yang dibutuhkan aksi mitigasi dari sistem interkoneksi.
Frekuensi Pengukuran:	Pemantauan dilakukan secara rutin, diukur setiap jam, dan minimal dilaporkan sebulan sekali
Lainnya:	-
<b>5. Faktor Emisi Bahan Bakar Fosil</b>	
Parameter:	$FE_{i,y}$
Satuan:	tCO <sub>2</sub> /GJ
Deskripsi:	Faktor emisi CO <sub>2</sub> bahan bakar fosil jenis i pada tahun y,
Sumber Data:	a. Sesuai dengan invoice bahan bakar. b. Pelaksana melakukan penghitungan sendiri. c. Menggunakan data nasional sesuai dengan publikasi KESDM terakhir.
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Pengukuran harus dilakukan pada laboratorium yang terpercaya dan sesuai dengan standar internasional
Frekuensi Pengukuran:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Point a dan b, sedikitnya setiap enam bulan sekali, diambil setidaknya tiga sampel untuk tiap pengukuran.</li> <li>Point c, sesuai publikasi KESDM terakhir.</li> </ul>
Lainnya:	Perlunya pengecekan akan konsistensi pengukuran dan data lokal/nasional dengan nilai <i>default</i> dari IPCC. Jika nilainya berbeda jauh dari nilai <i>default</i> IPCC, dimungkinkan untuk mengumpulkan tambahan data atau melaksanakan pengukuran
<b>6. Volume Bahan Bakar Fosil</b>	

Parameter:	$FC_{x,y}$
Satuan:	Kiloliter
Deskripsi:	Jumlah dan jenis bahan bakar fosil dibakar dalam generator panas pada tahun $y$
Sumber Data:	Operator pembangkit
Metode dan Prosedur Pengukuran:	<p>Berat atau volume meter</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Menggunakan meteran volume. Jika bahan bakar disuplai dari tangki kecil, ruler penggaris dapat digunakan untuk menetapkan berat atau volume dari bahan bakar yang digunakan, dengan syarat: ruler gauge merupakan bagian dari tangka dan dikalibrasi minimal setahun sekali serta adanya buku catatan sebagai kontrol dari hasil pengukuran (dilakukan setiap hari atau per shift);</li> <li>Aksesoris seperti transducers, sonar dan peralatan piezoelectronic diperbolehkan jika dikalibrasi dengan baik dengan ruler gauge serta mendapatkan perawatan yang memadai;</li> <li>Jika tangki harian dengan pre-heater minyak berat, kalibrasi dilakukan dengan sistem pada kondisi operasi tipikal</li> </ul>
Frekuensi Pengukuran:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kontinu sepanjang tahun</li> </ul>
Lainnya:	
<b>7. Nilai Kalor Bersih Bahan Bakar Minyak</b>	
Parameter:	$NCV_{x,y}$
Satuan:	MJ/kg
Deskripsi:	Nilai kalor bersih ( <i>weighted average</i> ) bahan bakar minyak pada tahun $y$
Sumber Data:	<p>Sumber data berikut dapat digunakan jika kondisi yang relevan berlaku:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Nilai yang diberikan oleh pemasok bahan bakar dalam faktur, lebih diutamakan. Jika tidak tersedia;</li> <li>Pengukuran oleh pelaku aksi mitigasi, jika tidak tersedia,</li> <li>Nilai default nasional sesuai publikasi terakhir KESDM.</li> </ol>
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Untuk (a) dan (b): Pengukuran harus dilakukan sesuai dengan standar bahan bakar nasional atau internasional
Frekuensi Pengukuran:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Untuk (a) dan (b): NCV harus diperoleh untuk setiap pengiriman bahan bakar, dari mana nilai rata-rata tahunan harus dihitung.</li> <li>Untuk (c): sesuai publikasi terakhir KESDM.</li> <li>Verifikasi apakah nilai-nilai (a), (b) dan (c) berada dalam kisaran ketidakpastian dari nilai-nilai standar IPCC seperti yang diberikan dalam Tabel 1.2, Vol. 2 dari Pedoman IPCC 2006. Jika nilainya berada di bawah kisaran ini, kumpulkan informasi tambahan dari laboratorium pengujian untuk membenarkan hasilnya atau melakukan pengukuran tambahan. Laboratorium di (a), (b) atau (c) harus memiliki akreditasi ISO17025 atau dapat dibenarkan bahwa mereka dapat memenuhi standar kualitas serupa</li> </ul>
Lainnya:	-
<b>8. Densitas Bahan Bakar Minyak</b>	
Parameter:	$D_{i,y}$
Satuan:	Kg/m <sup>3</sup>
Deskripsi:	Density bahan bakar minyak pada tahun $y$
Sumber Data:	Publikasi terakhir KESDM

Metode dan Prosedur Pengukuran:	Pengukuran harus dilakukan sesuai dengan standar bahan bakar nasional atau internasional
Frekuensi Pengukuran:	-
Lainnya:	-
<b>9. Jenis dan Volume Bahan Bakar Biomassa</b>	
Parameter:	-
Satuan:	ton per tahun
Deskripsi:	Jumlah dan jenis bahan bakar biomassa yang dikonsumsi pada tahun y
Sumber Data:	Operator pembangkit dan data supplier
Metode dan Prosedur Pengukuran:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menggunakan alat ukur berat atau volume</li> <li>Jika pengukur volume digunakan maka diubah ke satuan berat menggunakan berat jenis dari masing-masing kategori limbah biomassa</li> </ul>
Frekuensi Pengukuran:	Data dipantau secara kontinu dan digabungkan untuk menghitung pengurangan emisi
Lainnya:	
<b>10. Moisture Content</b>	
Parameter:	-
Satuan:	%
Deskripsi:	Kandungan <i>moisture</i> biomassa ( <i>wet basis</i> ). Jika dalam dry basis, maka tidak perlu dilakukan monitoring
Sumber Data:	Pengukuran langsung
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Rerata tertimbang
Frekuensi Pengukuran:	
Lainnya:	
<b>11. Nilai Kalor Bersih Biomassa</b>	
Parameter:	-
Satuan:	GJ/ton kering
Deskripsi:	Nilai Kalor Bersih limbah biomassa kategori n pada tahun y
Sumber Data:	a. Invoice dari pemasok bahan bakar (Tier-3) b. Melakukan pengukuran emisi oleh operator pembangkit (Tier-3) c. Menggunakan <i>default</i> IPCC versi terakhir (Tier-1)
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Untuk point a dan b, pengukuran dilakukan sesuai metode nasional atau internasional. Pengukuran NCV berbasis biomassa kering.
Frekuensi Pengukuran:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Untuk point a dan b, NCV harus dihitung untuk setiap pengiriman bahan bakar dan nilai NCV tahunan dihitung berdasarkan weighted average</li> <li>Untuk point c, lakukan review kelayakan nilai tahunan</li> <li>Untuk point d, gunakan IPCC versi terakhir</li> </ul>
Lainnya:	-
<b>G. Dokumen Verifikasi</b>	
1. Dokumen jumlah total listrik neto yang disalurkan PLT Biomassa ke sistem interkoneksi 2. Dokumen faktor emisi GRK sistem interkoneksi tenaga listrik 3. Dokumen jumlah listrik yang dibeli dari sistem interkoneksi tenaga listrik (jika ada)	

4. Dokumen jumlah listrik yang dibeli dari mini *grid* (jika ada)
5. Dokumen sertifikasi kWh meter
6. Dokumen pembelian bahan bakar fosil dan konsumsi bahan bakar
7. Dokumen NCV bahan bakar fosil nasional
8. Dokumen density bahan bakar fosil nasional
9. Dokumen faktor emisi bahan bakar
10. Dokumen faktor emisi *off-grid*
11. Dokumen volume penggunaan biomassa
12. Dokumen NCV biomassa
13. Dokumen *moisture content* biomassa

#### H. Daftar Singkatan

CO <sub>2</sub>	Karbondioksida
GRK	Gas rumah kaca
MJ	<i>Mega Joule</i>
kWh	<i>Kilowatt hour</i>
MWh	<i>Megawatt hour</i>
Gg	Giga Gram
NCV	<i>Net Calorific Value</i>
GJ	<i>Giga Joule</i>
CDM	<i>Clean Development Mechanism</i>

#### I. Daftar Istilah

Biomassa	Biomassa adalah bahan organik non-fosil dan biodegradable yang berasal dari tanaman, hewan dan mikroorganisme. Ini harus mencakup produk, produk sampingan, residu dan limbah dari pertanian, kehutanan dan industri terkait serta fraksi organik non-fosil dan biodegradable dari limbah industri dan kota. Biomassa juga mencakup gas dan cairan yang diperoleh dari dekomposisi bahan organik yang tidak fosil dan dapat terurai secara hayati.
Biomassa Terbarukan	Semua jenis biomassa padat tidak termasuk gambut dan <i>lignite</i>
Faktor Emisi GRK Sistem Interkoneksi Ketenagalistrikan	Jumlah emisi CO <sub>2</sub> yang dilepaskan untuk memproduksi 1 MWh energi listrik di sistem interkoneksi tenaga listrik tertentu.
Faktor Emisi <i>Off-Grid</i>	Jumlah emisi CO <sub>2</sub> yang dilepaskan untuk memproduksi 1 MWh energi listrik di sistem <i>off grid</i> .
Mini grid	Jaringan tenaga listrik yang khusus dibangun untuk menyalurkan listrik ke konsumen tertentu
Perkebunan khusus	Perkebunan yang khusus dibangun untuk memenuhi kebutuhan biomassa PLTBm